

**“TÄRKEINTÄ KASVIN KASVAMISELLE ON, ETTÄ SE KASTUU”
2., 4. ja 6. -luokkalaisten käsityksiä kasvien kasvamisesta ja ravitsemuksesta**

Sanna Valkonen

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Kevät 2002

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

Valkonen Sanna. 2002. "Tärkeintä kasvin kasvamiselle on, että se kastuu." 2., 4. ja 6. -luokkalaisten käsityksiä kasvien kasvamisesta ja ravitsemuksesta. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. 83 s.

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin eri-ikäisten lasten käsityksiä kasvien kasvamisesta ja ravinteiden otosta. Tutkimuskysymyksillä haettiin vastauksia siihen, millaisia eroja eri-ikäisten lasten käsityksissä on, mitä merkityskategorioita käsityksistä voidaan muodostaa, ja miten opetuksen vaikutus näkyy lasten käsityksissä. Lisäksi haluttiin tietää, mistä lapset saavat mielestään parhaiten kasveja käsittelevää tietoa.

Tutkimus suoritettiin eräällä keskisuomalaisella koululla. Tutkimusmenetelmänä käytettiin fenomenografista laadullista tutkimusta. Empiirinen aineisto hankittiin lomakekyselyjen ja teemahaastattelujen avulla. Lomakekyselyyn osallistui 120 oppilasta peruskoulun 2. 4. ja 6. luokilta, kaksi luokkaa kultakin luokka-asteelta. Heistä valittiin haastatteluun 17 oppilasta. Laadullisen tulkinnan lisäksi tuloksista laskettiin joitakin aineistoa koskevia keskiarvolukuja.

Tulosten mukaan lasten käsityksiä hallitsevat hyvin paljon heidän omakohtaiset kokemuksensa. 51 oppilasta 120:sta ajatteli, että kasvit tarvitsevat kasvaakseen vain vettä ja valoa. Tätä mieltä oli 2. luokan oppilaista 57 %, 4. luokan oppilaista 48 % ja 6. luokan oppilaista 22 %. Toisen luokan oppilaista noin joka viides ajatteli, että kasvit tarvitsevat edellisten tekijöiden lisäksi myös multaa kasvupaikakseen. Ainoastaan neljä neljäsluokkalaista ja yksi kuudesluokkalainen selitti asian samalla tavoin. Vanhempien oppilaiden (20 % neljäsluokkalaisista ja 40 % kuudesluokkalaisista) mukaan multa on hyödyllistä kasveille siitä saatavien ravinteiden vuoksi. Vain kolme 2. luokan oppilasta mainitsi ravinteet. Tieteellisen selityksen oli omaksunut jollakin tavoin noin 13 % neljäsluokkalaisista ja liki 20 % kuudesluokkalaisista oppilaista. Joidenkin oppilaiden käsitykset olivat opetuksen seurauksena muodostuneet joko arkitiedon ja tieteellisen tiedon yhdistelmiksi tai joukoksi irrallisia tietoja. Erityisiä ongelmakohtia olivat hiilidioksidin ja hapen sekä auringosta saatavan energian merkitys. Usko kouluopetukseen on kuitenkin vahva. Kolmasosa neljäsluokkalaisista (32.4 %) ja lähes puolet kuudesluokkalaisista (48.8 %) piti koulukirjoja parhaimpina kasvitietolähteinä. Sen sijaan toisen luokan oppilaiden mielestä parhaimpia tietolähteitä olivat luontokirjat (28.6 %) ja kotiväki (19 %).

Saadut tulokset osoittavat, että luonnontieteiden opetukselle on edelleen olemassa monia haasteita. Oppimistulosten paranemiselle ei luultavimmin ole olemassa mitään yksinkertaista ratkaisua. Jatkotutkimukset erilaisten opetusmenetelmien paremmuudesta ovat tämän vuoksi vastaisuudessa erittäin tärkeitä.

Asiasanoja: luonnontieteiden oppiminen, skeema, käsitteenmuutos, tieteellinen käsitys, yhteyttäminen, kasvien ravitsemus, fenomenografinen tutkimus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1	LUONNONTIETEIDEN OPPIMISESTA	5
2	LASTEN AJATUKSIA KASVEISTA	7
	2.1 Lähtökohtana omat kokemukset	7
	2.2 Kasvien ominaisuuksien selittäminen eläin-/ihmismallin avulla	9
	2.3 Kulttuuri ajattelun muokkaajana	11
	2.4 Kouluoppimisen vaikutus lasten ajatteluun	12
3	LUONNONTIETEELLISTEN KÄSITTEIDEN OMAKSUMINEN	17
	3.1 Aiemmat käsitykset - oppimisen siemen	17
	3.2 Tieteellisten käsitysten juurtuminen	19
	3.2.1 Tutkimuksissa vaikuttavia tutkimustraditioita ja nykysuuntauksia	19
	3.2.2 Mentaalisten mallien muutos	21
	3.2.3 Käsitteiden luokittelu	23
	3.2.4 Osista kokonaisuuksiksi	26
	3.2.5 Motivaation merkitys	28
	3.2.6 Situationaaliset tekijät	29
4	LUONNONTIETEIDEN OPETTAMINEN KOULUSSA	32
	4.1 Tavoitteena elinvoimainen tieteellinen tieto	32
	4.2 Oppimisympäristö ajattelun kasvualustana	34
	4.3 Sosiaalisen vuorovaikutuksen säteilyä	37
5	TUTKIMUSKYSYMYKSET	39
6	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	40
	6.1 Fenomenografinen laadullinen tutkimus tutkimusotteena	40
	6.2 Tutkimuskohteen kuvaus	41

6.3	Aineiston kokoaminen	42
6.3.1	Lomaketutkimus	42
6.3.2	Haastattelu	43
6.4	Aineiston analysointi	45
6.5	Tutkimuksen luotettavuus	47
7	TUTKIMUKSEN TULOKSET	49
7.1	Lasten käsityksiä kuvaavat merkityskategoriat	49
7.1.1	“Se tarvii vettä ja valoa”	49
7.1.2	“Valoa ja vettä, ja multa antaa sille paikan”	50
7.1.3	“Valoa, vettä ja maasta ravinteita”	51
7.1.4	“Lisäks matoja tekemään onkaloita = happea”	53
7.1.5	“Valoa, vettä, multaa, ilmaa”	54
7.1.6	“Se on se yhteyttämisjuttu”	55
7.1.7	Joitakin yksittäisiä käsityksiä	58
7.2	Lasten mielestä tärkein kasvin kasvuun vaikuttava tekijä	59
7.3	Mistä lapset saavat mielestään parhaiten tietoja kasveista?	60
8	TULOSTEN TARKASTELUA	63
	LÄHTEET	67
	LIITTEET	
	Liite 1. Tutkimuslomake	
	Liite 2. Kysely haastattelua varten	
	Liitteet 3—10. Esimerkkejä eri kategorioihin luokitelluista lomakkeista.	

1 LUONNONTIETEIDEN OPPIMISESTA

Jokainen meistä on eräänlainen arkipäivän asiantuntija, joka osaa kokemustensa perusteella tulkita ja selittää luonnossa havaitsemiaan tapahtumia ja ilmiöitä. Luonnontieteiden selitykset ovat kuitenkin erilaisia verrattuna arkisiin selityksiin. Opetuksen tarkoituksena onkin saada yksilöt ymmärtämään ja hyväksymään tieteen selitystapoja.

Tutkimusten mukaan tehtävä on haasteellinen. Luonnontieteellisten käsitteiden omaksuminen on hidasta ja työlästä, ja arkikäsitteet ovat pysyviä. Tutkimusten avulla on pyritty selvittämään, miten oppijat omaksuvat erilaisia luonnontieteellisiä käsitteitä, ja millä opetusmenetelmillä luonnontieteitä pitäisi opettaa. Useimpien tutkimusten taustalla vaikuttaa nykyään konstruktivistinen oppimiskäsitys, jonka mukaan yksilö liittää uusia asioita aiemmin oppimiinsa. Opettajan on siis tärkeää ymmärtää oppilaidensa ajattelua.

Käsitteiden omaksumisen teoreettisissa perusteissa asiaa on selitetty eri tavoin. Esimerkiksi Vosniadoun ja Brewerin (1987; 1990; 1992) mukaan käsitteiden muutos vaatii käsitysten taustalla olevien tiedostamattomien oletusten, viitekehysteorioiden, muuttumista. diSessa ja Sherin (1998) puolestaan selittävät käsitteiden omaksumisen olevan tiedonmurusten tarkoituksenmukaista yhdistämistä toisiinsa. Jotkut tutkimussuuntaukset korostavat yksilön henkilökohtaista asioiden jäsentämistä (Carey 1985; Carey ja Spelke 1994), toiset sen sijaan sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä (mm. Säljö 2001).

Tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena ovat eri-ikäisten (8—13 v) lasten käsitykset kasvien kasvamisesta ja ravinteiden otosta. Aihetta on tutkittu eri maissa, ja saaduissa tuloksissa on havaittu tiettyjä samankaltaisuuksia. Arkikäsitteet kasvien ulkopuolisesta ravinnosta ovat olleet yleisiä. Vain murto-osa tutkituista on omaksunut fotosynteesin tieteellisen selityksen, jonka mukaan kasvit valmistavat kasvuunsa tarvitsemansa aineet auringon energian avulla vedestä ja hiilidioksidista (Ks. mm. Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson 1996a—b).

Tutkimus kuuluu sisällöltään laajempaan, oppimista ja tieteellisten käsitteiden omaksumista tarkastelemaan tutkimusalueeseen. Tämän vuoksi aihetta käsitellään tutkimuksen taustaa selvittävässä luvussa jonkin verran laajemmin. Luvussa 2 tarkastellaan lasten kasvikäsitteisiin vaikuttavia asioita, luvussa 3 ovat huomion kohteena luonnontieteellisten käsitteiden omaksumista selittävät näkökulmat, ja luvussa 4 tarkastellaan luonnontieteiden opettamista kouluissa.

Aiemmista tutkimuksista huolimatta aihe on edelleen ajankohtainen. Kasvien kasvun ja ravitsemuksen tutkiminen on perusteltua siksi, että se on keskeinen osa koko biologian oppirakennelmaa. Yhteyttämisen periaatteiden omaksuminen auttaa ymmärtämään laajempia kokonaisuuksia, kuten ilmastonmuutosta, ja siihen liittyviä puheita vihreiden kasvien hiilensitomiskyvystä tai maapallon ilmakehän koostumuksen säätelystä. Sen avulla voidaan ymmärtää, miten fossiilista hiiltä muodostuu, ja miten sen polttaminen liittyy ilman hiilidioksidipitoisuuden kasvuun. Myös ekologiset prosessit perus- ja sekundaarituotantoi-
neen edellyttävät kasvien yhteyttämisen ymmärtämistä.

Suomalaiset peruskoululaiset ovat saaneet kiitosta kuluvana vuonna julkaistussa kansainvälisessä tutkimuksessa, jossa tarkasteltiin mm. luonnontieteiden osaamista eri OECD-maiden kesken (Väljærvi ja Linnakylä 2002). Opetus ei voi kuitenkaan tyytyä nykyiseen tilanteeseen. On hyödyllistä tutkia lasten käsityksiä ja suunnitella opetusta siten, että oppijat saavat omalle oppimiselleen mahdollisimman suuren hyödyn.

2 LASTEN AJATUKSIA KASVEISTA

2.1 Lähtökohtana omat kokemukset

Kasvit ovat oleellinen osa elinympäristöämme. Tutustumme niihin eri tavoin jo lapsuudesta lähtien. Näemme niiden kasvavan ja kukkivan. Syömme itse joitakin kasveja, ja ruokimme niillä myös eläimiä. Tiedämme, miten pihanurmikko tasoitetaan ruohonleikkurilla tai puita kaadetaan moottorisahalla. Lähes jokainen meistä lienee myös ihastellut luonnonkukkien väriloistoa, ja kerännyt niitä tai luonnonmarjoja kotiin vietäviksi.

Lapset tutustuvat ympäristöön tekemällä siitä aistiensa avulla havaintoja. Niiden ja aikuisilta saamiensa tietojen perusteella he kehittävät selityksiä eri asioille ja ilmiöille, myös kasvien kasvamiselle. Havaintojen tekemiseen liittyy ajatteluprosesseja, joilla havaintoja yhdistetään toisiinsa sekä aiempiin kokemuksiin ja tietoihin (Ahtee, Kankaanrinta ja Virtanen 1994, 64). Ahon (1987) mukaan lasten luontokuva rakentuu nimenomaan kotiympäristön rakenteiden ja tapahtumien kautta. Niiden pohjalta he oppivat kehityksensä mukaisesti oivaltamaan myös ilmiöiden yleistettävyyttä ja samankaltaisuutta. (Aho 1987, 14.) Omat kokemukset ja ympäröivä kulttuuri ovat kuitenkin kytkeytyneet toisiinsa tiiviiksi kokonaisuudeksi. Tämän vuoksi on vaikea eritellä, mitkä selitykset ovat yksinomaan lasten itsensä kehittämiä, ja missä kulttuurin vaikutus näkyy. (Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson 1995, 722.)

Ahtee (1998) kutsuu omien kokemusten ja sosiaalisen vuorovaikutuksen kautta omaksuttuja käsityksiä arkitiedoksi. Arkitiedon käsitteillä on useita määrittelemättömiä merkityksiä, ja niihin sisältyy selviä ristiriitaisuuksia. Mitään käsitteiden välistä loogista riippuvuutta ei vaadita. Se ei kuitenkaan haittaa, koska sosiaalisissa tilanteissa saavutetaan kaikesta huolimatta yhteinen ymmärrys. Tieteellisen tiedon käsitteet ovat Ahteen mukaan sen sijaan yksiselitteisen täsmällisesti määriteltäviä sekä symbolisia, ja noudattavat tiukkaa loogista järjestelmää. (Ahtee 1998, 358—359.)

Lapset ymmärtävät arkikokemustensa perusteella, että kasvi kasvaa ja voi hyvin, kun sitä kastellaan vedellä ja lannoitetaan. Kodin ruukkukasveihin vaihdetaan keväisin uusi multa, ja monen koulun jokavuotinen perinne on kylvää raiheinää mullalla täytettyihin astioihin. Myös kasvualusta lienee siis tärkeää kasveille. Mutta mikä saa kasvit kasva-

maan? Entä mitä ja miten ne “syövät” ihan oikeasti? Se lienee monelle tuntemattomampi asia.

Fotosynteesin periaatetta on mahdotonta keksiä pelkkien omien havaintojen perusteella. Aisteilla voidaan vain todeta, että kasvien koko ja ilmiasu on muuttunut: mansikat kypsyvät, pihakoivut yltävät jo talon savupiipun korkeudelle jne. Tieteellisen ajattelun omaksuminen vaatii sosiaalistumista erilaiseen kulttuuriin, ja opettaja on koulussa henkilö, joka ohjaa oppilaita tässä prosessissa (Leach ja Scott 1995; Ahtee 1998).

Arkitieto ja tieteellinen tieto eivät välttämättä ole toistensa vastakohtia. Barker ja Carr (1989a) havaitsivat, että lasten käsityksissä on sekä arkitiedon että tieteellisen tiedon elementtejä. Vaikka lapsilla ei ennestään ollut tietoa varsinaisesta fotosynteesistä, heillä oli monia erillisiä oikeita käsityksiä kasvien elintoiminnoista. Lapset mm. ymmärsivät, että vesi on tärkeää kasveille. He eivät kuitenkaan osanneet selittää, millä tavoin se vaikuttaa kasvien kasvuun. Lapsille oli myös tuttua, että kasvit tarvitsevat veden lisäksi ilmaa, auringonvaloa ja ravinteita. (Barker ja Carr 1989a, 50.)

Kaikki lasten käsitykset eivät vastanneet tieteen näkemyksiä. Lapset olettivat, että kasvien lehtien tehtävänä on imeä itseensä vettä ja auringonvaloa tai saada kasvi näyttämään kauniilta. Lapsilla oli myös ajatuksia lannoitteiden merkityksestä, kasvien kasvusta sekä kasvien tuotteista, kuten puuaineesta. He eivät kuitenkaan osanneet selittää, mistä tämä puuaines oli peräisin. (Barker ja Carr 1989a, 50.)

Kasvilajit näyttävät ulkoisesti hyvin erilaisilta, mikä saattaa hämärtää lasten käsityksiä siitä, mitkä itse asiassa ovat kasveja. Bellin (1981) tutkimuksessa vain kolmasosa 10—11-vuotiaista lapsista piti porkkanaa kasvina, ja heistä noin puolet oletti puiden kuuluvan kasvien ryhmään. Eräs haastateltu 10-vuotias lapsi selitti puiden olevan kasveja pienenä, muttei enää silloin, kun ne ovat kasvaneet suureksi. (White & Gunstone 1996 Bellin 1981 mukaan, 70—71.) Eräs syy tulokseen voi olla käytetyssä arkikielessä. Porkkanoita nimitetään tavallisesti juureksiksi ja puuta puiksi, eikä kummastakaan käytetä sanaa kasvi. Aikuisille asia on niin itsestään selvä, etteivät he tule edes ajatelleeksi, että lapset voivat ymmärtää käsitteet eri tavoin.

Kasveja on hyvin erilaisilla kasvupaikoilla. Lumpeet keinahtelevat järven laineilla, ahvenruohot sen sijaan veden alla. Krookukset kukkivat lumesta paljastuneista pälvistä, ja puiden taimet sinnittelevät kallion koloissa sekä asvaltlin halkeamissa. Esimerkkien kirjo on rajaton, ja sen vuoksi lapset saattavat ajatella, että kasvien elintoiminnotkin poikkeavat

toisistaan. Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson (1996) havaitsivat, että lasten on vaikea ymmärtää eri kasvupaikoilla kasvavien kasvien yhteisiä ominaisuuksia. Lapset ajattelivat, että vesikasvit ja maalla olevat kasvit tarvitsevat kasvuunsa erilaisia asioita. Tämä käsitys ei ole mikään ihme, sillä vesikasvit eivät ilmiselvästi kärsi veden puutteesta. Lapset myös uskoivat, että saman kasvupaikan erilaisilta näyttävien kasvien, kuten ruohon ja puiden, kasvu perustuu eri tekijöihin. (Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson 1996a, 25.)

2.2 Kasvien ominaisuuksien selittäminen eläin(ihmis-)mallin avulla

Useiden tutkimusten (Ks. mm. Barker ja Carr 1989a—b, Stavy, Eisen ja Yaakobi 1987, Bell 1985) mukaan on tavallista, että lapset selittävät kasvien elintoimintoja itsestään ja eläimistä tekemiensä havaintojen perusteella. Eläimet ovat lapsille usein tutumpia ja ikään kuin “elävämpiä” eliöitä. Ne liikkuvat, niiden elämää ja toimintaa voi tarkkailla, ja joitakin eläimiä voi jopa itse hoivata. Nuorimpien lasten käsityksiin voivat vaikuttaa myös satukirjojen ja lastenohjelmien kuvaukset kasveista, joilla on inhimillisiä ominaisuuksia, kuten puhekyky.

Monien lasten mielestä kasvien ravinteiden otto tapahtuu samalla tavoin kuin ihmisten tai eläinten ruokailu (Bell 1985). Kasveilla suuta vastaavat juuret, joiden kautta kasvi “syö” itsensä ulkopuolella olevaa ravintoa. Ravintoa voivat olla multa, lannoitteet, vesi, auringonvalo tai mitkä tahansa kasvin sisäänsä ottamat aineet. Lapset ajattelevat, että kasvi tarvitsee ravintoa kasvaakseen ja pysyäkseen terveenä, aivan kuten he itse. (Roth, Smith ja Anderson 1983 Bellin 1985 mukaan; Approaches to teaching plant nutrition 1987; Hatano ja Inagaki 1996)

Tämänkaltaista mielikuvaa tukevat omien päätelmien ohella mm. televisiomainokset. Mainosvälähdyksissä kasvit kukoistavat, kun multa on muhevaa, ja lannoitteita (kanankakkaa, Substralia) on tarpeeksi. Lasten on vaikea käsittää, että kasvit tuottavat ravintonsa niinkin aineettomista ja vähäisistä tarpeista kuin maaperän vedestä ja ilman hiilidioksidista (Leach and Scott 2000). On havaittu (Barker 1995, 205), että varsinkin pienet lapset käyttävät selityksissään vertailevia analogioita. Niiden osuus kuitenkin vähenee iän lisääntyessä.

Lasten ajatukset vaikuttavat nykyisen tiedon perusteella hyvin epätieteellisiltä. Biologian historian tarkastelu kuitenkin osoittaa, että ne vastaavat käsitystä, jolla tiede selitti aiemmin kasvien kasvamista (Barker 1995). Aristoteleen (384—322 eKr.) ajoista aina fotosynteesin keksimiseen vuoteen 1898 ajateltiin, että kasvit ja eläimet ovat elintoiminnoiltaan toistensa kaltaisia. Tieteilijät päättelivät nykyisten tavoin, että kasvi saa ravintoa ulkopuolisista lähteistä aktiivisesti syömällä. (Barker 1995, 202—203.)

Kasvien ja eläinten välillä on kuitenkin monia silmin havaittavia eroja, mikä toisinaan vaikuttaa lasten käsityksiin niiden elintoiminnoista. Kasvit pysyvät paikoillaan, eivätkä liiku itsenäisesti. Niiltä puuttuvat keuhkot ja suu, eivätkä ne myöskään ääntele kuten eläimet. Nämä erot voivat saada lapset epäilemään, ovatko kasvit edes eläviä.

Stavy ja Wax (1989) tutkivat, mitä 6—15-vuotiaat israelilaiset koululaiset pitävät elävinä ja elottomina. Määriteltävinä kohteina oli kasveja (kukat, puut, pensaat, ruoho), eläimiä (ihmiset, kissat, kalat, madot) ja elottomia asioita (tuli, pilvet, tähdet). Lisäksi heidän piti arvioida eri ryhmien edustajien hengittämistä, syömistä, kasvamista ja lisääntymistä. Tulosten mukaan vain noin 30 % 6-vuotiaista ajatteli kasvien olevan eläviä, ja 11-vuotiaista noin 60 % uskoi tämän pitävän paikkansa. Vanhemmilla lapsilla oli selvempi käsitys ryhmittelyperusteista, mutta 15-vuotiaistakin vain 80 % piti kasveja elävinä. Neljäsosa kaikista oppilaista ajatteli, etteivät kasvit ole eläviä saati elottomia, vaan että ne muodostavat oman välimuotoryhmänsä. Kukaan ei sen sijaan epäillyt, ovatko eläimet eläviä vai eivät. (Stavy ja Wax 1989.)

Yllättävää Stavyn ja Waxin tuloksissa oli se, että vaikka jotkut lapset eivät pitäneet kasveja elävinä, hekin olettivat niiden kasvavan. Omat havainnot tukevat luonnollisesti tätä kasvien kasvamisen ajatusta, mutta tutkijat selittävät tämän ristiriidan johtuvan myös hepreankielen ja kulttuurin ominaispiirteistä. Hepreankielen eläintä tarkoittava sana muistuttaa sanaa “elämä”, mutta kasvien kasvamista ja kuolemista tarkoittavat sanat ovat puolestaan eri alkuperää. Lisäksi israelilaisessa kulttuurissa ajatellaan, että kasvit on luotu muita eläviä olentoja, ihmisiä ja eläimiä, varten. (Stavy ja Wax 1989, 92—93.)

Samansuuntaisia tutkimustuloksia on saatu myös muualta, joskin lapset ovat niissä oivaltaneet israelilaisia lapsia aiemmin kasvien elollisuuden. Leachin, Driverin, Scottin ja Wood-Robinsonin (1996b) tutkimuksessa pyydettiin 5—16-vuotiaita englantilaisia oppilaita kertomaan, mitä eläviä olentoja he näkivät metsämaisemaa esittävässä kuvassa. Enemmistö 5—15-vuotiaista mainitsi vain eläimiä. Suurin osa 8—13-vuotiaista sanoi

myös puiden olevan eläviä, kun sitä kysyttiin heiltä erikseen. Monet 5—8-vuotiaat eivät sen sijaan pitäneet mitään heille näytetyistä kasveista elävinä. (Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson 1996b, 131.) Careyn (1985) ja Richardsin ja Sieglerin (1984) tutkimuksen amerikkalaisista lapsista jo lähes kaikki 8—10-vuotiaat luokittelivat kasvit elävien olioiden ryhmään. Hatano ja Inagaki (1996, 687—688) ovat puolestaan vakuuttuneita siitä, että jo kuusivuotiaat japanilaiset lapset erottavat elävät oliot, kasvit ja eläimet, elottomista.

2.3 Kulttuuri ajattelun muokkaajana

Kasvien kasvun ymmärtämistä on tutkittu eri puolilla maailmaa. Tällöin on havaittu, että ihmisillä on sekä samanlaisia että kulttuurin muovaamia käsityksiä kasveista. Yhteistä on käsitys, jonka mukaan kasvit tarvitsevat vettä, ravinteita ja kasvualustan.

Stavy, Eisen ja Yaakobi (1987) pyysivät israelilaisia 13—15-vuotiaita oppilaita nimeämään kasvien ympäristöstään ottamia aineita. Selvästi yleisin vastaus oli vesi, ja seuraavaksi eniten kannatusta saivat hiilidioksidi ja auringonvalo. Hapen, suolojen ja mineraalien sekä maan orgaanisen aineksen merkitystä pidettiin sen sijaan vähäisenä. (Stavy, Eisen ja Yaakobi 1987, 108.)

Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson (1996) saivat erilaisesta kysymyksenasettelusta huolimatta Stavyn ym. (1987) tutkimuksen kaltaisia tuloksia. He tutkivat 5—16-vuotiaiden englantilaislasten käsityksiä aineiden kierrosta ekosysteemissä. Lapsilta mm. kysyttiin, millaisia aineita kasvit tarvitsevat. Vastaajien iästä riippumatta yleisin vastaus oli vesi. Toiseksi yleisin vastaus oli auringonvalo, jonka osuus oli sitä suurempi, mitä vanhempia vastaajat olivat. Hiilidioksidi, happi ja ilma saivat vain vähän kannatusta. (Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson 1996, 23.) Myös kolme Lawsonin (1988, 188) haastattelemaa amerikkalaislasta piti vettä kasveille tärkeimpänä aineena.

Vaikka kasvien kasvu perustuu samoihin mekanismeihin kaikkialla, kasveihin suhtaudutaan eri tavoin eri kulttuurialueilla. Hatano ja Inagaki (1996) korostavat kulttuurin merkitystä biologisten ilmiöiden ymmärtämisessä. Heidän mukaansa tärkeitä tekijöitä tässä dialogiin perustuvassa kulttuurin ja uskomusten siirrossa ovat vanhemmat, koulu ja joukkotiedotusvälineet. Esimerkiksi Stavyn ja Waxin (1989) tutkimuksessa useat israeli-

laislapset eivät pitäneet kasveja elävinä, koska paikallinen kieli ja kulttuuri eivät tue tätä käsitystä.

Japanilaisessa kulttuurissa kasveihin suhtaudutaan sen sijaan aivan päinvastaisella tavalla. Japanilaiset ajattelevat, että kasvit ovat hyvin paljon ihmisten kaltaisia. Käsitys perustuu buddhalaiseen uskomukseen, jonka mukaan myös puilla tai ruoholla on sielu. Hatano ja Inagaki (1996) ajattelevat tämän selittävän sen, miksi japanilaiset lapset ymmärtävät amerikkalaisia ja israelilaisia lapsia aiemmin, että kasvit ovat eläviä. (Hatano ja Inagaki 1996, 697—700.)

Käsitysten ja uskomusten välittäminen ei välttämättä ole tietoista toimintaa. Hatano ja Inagaki uskovat, että vanhemmat siirtävät omat käsityksensä lapsiinsa käyttäytymisensä välityksellä. He pitävät erityisesti äidin ja lapsen erilaisissa tilanteissa tapahtuvaa vuorovaikutusta kiinnostavana tutkimuskohteena. (Hatano ja Inagaki 1996, 699—700.)

Kasveihin suhtaudutaan Suomessa jokseenkin samalla tavoin kuin muissakin länsimaissa, mutta suomalaisten suhteessa metsiin on sen sijaan nähtävissä tiettyjä kulttuurisia ominaispiirteitä. Metsä on aina ollut suomalaiselle tuttu ja turvallinen ympäristö, joka antaa suojan, ravintoa sekä henkistä hyvinvointia. Tämä suhtautumistapa välittyy myös peruskoulun oppikirjoista, esimerkiksi teoksesta *Koulun ympäristötieto* 4 (s. 39): ”Metsät ovat tärkeä osa Suomen luontoa ja suomalaista maisemaa. Metsissä on hauska suunnistaa, samoilla, tutkia kasveja ja seurailta eläinten käyttäytymistä. Kun metsämarjat kypsyvät, koko perhe voi lähteä eväiden kera marjaretkelle.”

Ehkä oppikirjojen tekijät pyrkivät osaltaan luomaan myönteisiä mielikuvia, ja ehkäisemään ihmisten vieraantumista luonnosta. Nykysuomalaisten kaipuu metsän ja yleensä luonnon läheisyyteen on kuitenkin edelleen vahva, mistä oiva esimerkki on maallemme tyypillinen kesämökkikulttuuri. Samaa luonnon ja kasvillisuuden arvostamista on havaittavissa kaupungeissa mm. silloin, kun asukkaille merkityksellisiä puistojen tai pihojen puita jostakin syystä joudutaan kaatamaan.

2.4 Kouluoppimisen vaikutus lasten ajatteluun

Lapset tutustuvat luonnontieteen opetuksessa moniin tieteellisiin käsitteisiin. Jo aiemmin tutuiksi tulleet ilmiöt selitetään usein aivan eri tavoin, ja lisäksi opitaan monia uusia ja

ennalta tuntemattomia asioita. Sosiaalistuminen tieteen kulttuuriin alkaa (ks. mm. Leach ja Scott 1995).

Lasten käsitykset muuttuvat osittain iän funktiona, mihin vaikuttaa luonnollisesti myös kouluopetus. Leachin, Driverin, Scottin ja Wood-Robinsonin (1996b) mukaan on kuitenkin vielä selvittämättä, ajattelevatko nuoremmat lapset täysin eri tavoin kuin vanhemmat lapset, vai onko heidän ajattelunsa samanlaista, mutta he eivät vain ole oppineet käyttämään ajatteluaan luonnontieteiden oppimisen vaatimalla tavalla. (Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson 1996b, 140.)

Hatano ja Inagaki (1997) sen sijaan uskovat, että eri-ikäisten lasten ajattelussa on eroja. Heidän mukaansa kuusivuotiaiden ja kahdeksanvuotiaiden lasten ajattelutapojen välillä on suuremmat erot kuin kahdeksanvuotiaiden ja aikuisten ajattelun välillä. Hatano ja Inagaki perustelevat väitettään ihmisen elintoimintoja käsittelevästä tutkimuksesta saamillaan tuloksilla. Tutkimuksen kohteena oli kuusivuotiaita (20 hlöä), kahdeksanvuotiaita (20 hlöä) sekä aikuisia (20 hlöä). Tutkimushenkilöiden piti valita kolmesta vaihtoehdosta mielestään oikea selitys elintoimintoja käsitteleviin kysymyksiin. Vain pari kuusivuotiaasta selitti elintoimintoja samalla tavalla kuin suurin osa (18 hlöä) aikuisista, mutta peräti kymmenen kahdeksanvuotiaasta valitsi saman vaihtoehdon kuin nämä aikuiset. (Hatano ja Inagaki 1997, 118.)

Kasvien kasvaminen ja ravinteiden otto on aihe, jonka tieteellinen selitys poikkeaa hyvin paljon lasten omiin kokemuksiin perustuvasta arkitiedosta. Siksi fotosynteesi voi lapsista olla varsin ristiriitainen ja epäuskottava reaktio. Kasvit eivät uuden tiedon mukaan syökään mitään, vaikka ainahan niitä on ”ruokittu” mullalla, vedellä ja lannoitteilla. Hatano ja Inagaki (1997, 119) ovat vakuuttuneita siitä, ettei yksilö voi ymmärtää kasvien ja eläinten välistä oleellista eroa, ellei hän ymmärrä fotosynteesin periaatetta.

Kasvien fotosynteesin periaatteen ymmärtäminen on tärkeää, sillä se auttaa ymmärtämään myös muita maapallon luonnontieteellisiä prosesseja, kuten ekosysteemin toimintaa. Kasveja käsitellään Suomen peruskouluissa useina eri vuosina, mikä näkyy oppikirjojen sisällöissä. Alkuopetukseen tarkoitetuissa teoksissa (mm. Luontokirja. Luonnontutkijan tietokirja 1—2) ei mainita varsinaista kasvien yhteyttämistä. Teoksessa mm. kerrotaan, että kasvit syntyvät, tarvitsevat ravintoa, kasvavat, lisääntyvät ja kuolevat aivan kuten muutkin eliöt. Siinä myös selitetään, että kasvi tarvitsee kasvaakseen valoa, lämpöä, vettä, ravinteita ja ilmaa. Teoksessa mainitaan, että nimenomaan vihreät kasvit tuottavat ravintoa auringon-

valon avulla ja vapauttavat ilmaan happea, ja että Suomessa kasvit kasvavat kevästä syksyyn. Jokseenkin samalla tavoin kasvit esitellään toisessa alkuopetuksen käyttöön tarkoitettussa kirjassa “Luonnonkirja 2”. Kolmannen luokan oppikirjassa, mm. “Verne 3”, kasvien elintoimintoihin perehdytään tarkemmin. Kirjassa selitetään yhteyttämisen periaatteet, ja esitetään esimerkkejä siitä, mitä kasvien kasvu on: “Kasvamista on silmujen avautuminen, varren piteneminen ja hedelmien kehittyminen”. Kasvamista verrataan talon rakentamiseen, joissa kummassakin tarvitaan energiaa (s. 156.) Myös neljännen luokan oppikirjoissa (Koulun ympäristötieto 4; Verne 4) käsitellään yhteyttämistä, ja Verne 4:ssä sitä kutsutaan jo fotosynteesiksi. Kasvien perustuotanto on aiheena uudelleen viidennen ja kuudennen luokan oppikirjoissa, ja niissä ilmiötä kuvataan aiempaa tarkemmin (Verne 5; Verne 6; Koulun ympäristötieto 6).

Kasvien fotosynteesiä opetetaan eri maissa jokseenkin samalla tavoin, ja oppilaiden oppimistuloksissa on havaittu olevan kansainvälistä samankaltaisuutta. Yleisesti havaittu tosiasia on se, että kasvien ravinteiden otto jää oppilaille opetuksesta huolimatta usein epäselväksi. Aiemmat käsitykset kasvien “ruokailutavoista” pysyvät tiukasti ajattelun rakenteissa, eikä koulun välittämä tieteellinen tieto pysty niitä horjuttamaan. Toisaalta kouluopetus voi lisätä ja aiheuttaa myös uusia virheellisiä käsityksiä (Saari 1997, 26).

Barker ja Carr (1989a, 1989b) kartoittivat tutkimuksessaan 13—18-vuotiaiden uusiseelantilaisten oppilaiden näkemyksiä fotosynteesistä. Noin 50 % 13-vuotiaista piti fotosynteesiä ravintoa tuottavana prosessina, vaikka suurin osa heistä ei kyennyt mainitsemaan mitään tuotettua ainetta nimeltä. Samasta ikäluokasta 19 % vastasi, että kasvit tuottavat fotosynteesissä hiilihydraatteja, kuten glukoosia, ja 3 % piti fotosynteesiä energiaa varastoivana prosessina. Iän lisääntyessä yhä useampi oppilas ajatteli, että fotosynteesi tuottaa hiilihydraatteja. (Barker ja Carr 1989a, 51.)

Toinen hämmennystä aiheuttava ilmiö on kasvien hengittäminen. Leach, Driver, Scott ja Wood-Robinson (1996a, 22.) tutkivat 5—16-vuotiaiden englantilaisten oppilaiden käsityksiä ekologisista prosesseista, joihin kuuluu myös kasvien perustuotanto. Useat oppilaat ajattelivat, että fotosynteesi on kasvien hengitystä, joka toimii päinvastoin kuin eläinten hengitys. Kasvi siis ottaa sisään hengittäessään hiilidioksidia ja vapauttaa ulos hengittäessään happea. Enemmistö Stavyn, Eisenin ja Yaakobin (1987) tutkimista israelilaisista 13—15-vuotiaista 8—9-luokkalaisista oppilaista ajatteli kasvien hengityksestä samalla tavoin, joskin 40 % ei uskonut kasvien hengittävän lainkaan. Haslamin ja Treagus-

tin (1987, 204) tutkimuksessa suurin osa 13—17-vuotiaista australialaisista oppilaista oli puolestaan vakuuttuneita siitä, että kasvit yhteyttävät päivisin ja hengittävät ainoastaan yöllä.

Oppikirjoissa mainitaan jo alusta lähtien, että kasvit tuottavat eliöille elintärkeää happea. Lähempi tarkastelu kuitenkin osoittaa, ettei asian ymmärtäminen olekaan välttämättä niin yksinkertaista. Noin 80 % Stavyn ym. (1987) tutkimuksen oppilaista tiesi, että kasvit turvaavat maapallon hapen saannin. Heistä kuitenkin enää noin 60 % osasi selittää, miksi puistoja kutsutaan “kaupungin keuhkoiksi”. Oppilaiden yleisimpiä luuloja oli, että puistoja perustetaan vain esteettisistä syistä, ja että puistojen puhtaampi ilma on seurausta siitä, että ne sijaitsevat kaukana tehtaista ja saasteista. Oppilaille oli joitain käsityksiä myös hapen kierrosta, mutta he eivät osanneet soveltaa niitä, elleivät ne liittyneet suoraan oppimistilanteeseen. (Stavy, Eisen ja Yaakobi 1987, 110—111.)

Fotosynteesin opettamiseen käytetään paljon opetusaikaa eri vuosiluokkien aikana. Tästä huolimatta oppimistulokset ovat valitettavan usein vain väliaikaisia. Stavyn ym. (1987) tutkimuksessa fotosynteesi opetettiin 8:nnellä luokalla, jolloin 70 % oppilaista tiesi mm. sen, että kasvit ottavat vettä maasta. Vain 40 % oppilaista muisti tämän vuoden kuluttua opetuksesta. (Stavy, Eisen ja Yaakobi 1987, 110—111.)

Heikoille oppimistuloksille on pyritty löytämään selityksiä. Cañal (1999, 307) uskoo, että eräs syy on asioiden pinnallinen oppiminen. Jos oppilaat eivät ymmärrä jotakin ilmiötä tai käsitettä, esimerkiksi fotosynteesiä, he opettelevat sen mekaanisesti ulkoa. Tällä taktiikalla voi mainiosti selvitä opettajan pitämistä kertauksista, mutta ilmiö jää perimmältään ymmärtämättä. Jos opiskeltavat asiat ei ole oppilaiden mielestä käyttökelpoisia ja hyödyllisiä, ne jäävät heille vain kuolleeksi tiedoksi. Ahteen (1998) mukaan koulun luonnontieteen opetuksen vaarana onkin se, että arkitieto ja koulun tarjoama tieteellinen tieto tallentuvat oppilaiden muistiin kahdeksi eri maailmaksi. Oppilaat ajattelevat, että koulussa opittavat asiat kuuluvat koulurakennuksen seinien sisäpuolelle, ja että arkielämän todellisuus perustuu joihinkin toisiin lainalaisuuksiin. Tämä ei tietenkään lisää oppilaiden motivaatiota luonnontieteiden opiskelua kohtaan. Opettajan tehtävä onkin suunnitella opetuksensa siten, että se auttaa näiden eri maailmojen yhdistämisessä. (Ahtee 1998, 358—361.)

Barker ja Carr (1989) ovat puolestaan vakuuttuneita siitä, että perinteinen opetus mm. tunneilla suoritettavine tärkkelyksenmäärityskokeineen hämmentää oppilaita, ja saa

aikaan virheellisiä käsityksiä. Kun vielä korostetaan, että kasvit tuottavat itse ruokansa, käsitys eläinten tavoin syömisestä voi jäädä päällimmäiseksi.

Myös oppimateriaali voi olla eräs häiritsevä tekijä. Mikkilä-Erdmannin (2001) mukaan oppimateriaalin puutteet haittaavat asioiden tieteellistä omaksumista. Hän kritisoi sitä, että oppikirjantekijät olettavat oppilaiden aiempien tietojen olevan jo valmiiksi tieteellisen tiedon kaltaisia. Kirjojen tekstit perustuvat tämän vuoksi tietojen rikastamiseen. Ne käsittelevät perinteisiä “koulukysymyksiä”, jotka vaativat vain faktojen löytämistä ja tekstin ymmärtämistä. Kirjan tekstien tulisi sen sijaan herättää oppilaat huomaamaan oman ajattelunsa ja tieteellisen tiedon väliset erot, ja tätä kautta tutustuttaa heidät tieteellisiin käsitteisiin. (Mikkilä-Erdmann 2001, 243, 253).

Hohti ja Lehto (2001) ovat päätyneet oppikirjatarkastelujensa perusteella jokseenkin samanlaisiin johtopäätöksiin. Heidän mukaansa oppikirjoissa on sirpaleista tietoa, joka ei muodosta selviä kokonaisuuksia. Kirjojen tekstit näyttävät helpolta, mutta niitä on vaikea ymmärtää, koska niissä käytetään usein vain päälauseita, joiden väliset kytkökset puuttuvat. Oppikirja vaatiikin opettajan täydentäviä selityksiä, muuten ilmiöitä ja niiden välisiä suhteita ei ymmärretä. (Hohti ja Lehto 2001, 151—153.) (ks. myös Karvonen 1995)

Tiedon sirpaleisuuden voi havaita mm. kolmannen luokan käyttöön tarkoitettussa oppikirjassa “Verne 3”. Esimerkiksi kasveja käsitteleviä asioita on ripoteltu eri puolille teosta. Puistoista kaupunkien keuhkoina sekä kasvien lannoittamisesta kerrotaan sivulla 34, kasvukaudesta puolestaan sivulla 37. Metsien merkityksestä kerrotaan sivulla 136, kasvien ja eläinten vuorovaikutuksesta sivulla 152, ja kasvien kasvamisesta sivulta 156 lähtien.

Myös oppikirjojen tekstien sisältö saattaa aiheuttaa oppilaille virheellisiä mielikuvia. Tekstin “Vihreät kasvit valmistavat ravintoa auringonvalon avulla. Muut eliöt saavat ravintoa vihreistä kasveista. Vihreät kasvit tuottavat happea eliöiden käyttöön.” (Luontokirja. Luonnontutkijan tietokirja 1—2, s. 80) voi ymmärtää siten, että kasvien ravinnon ja hapen tuotanto liittyy muiden eliöiden hyvinvointiin ja ruokkimiseen eikä suinkaan kasvin omaan kasvuun. Sages ja Szybek (2000) ovat havainneet samanlaisia käsityksiä ruotsalaisten koululaisten käsityksissä ravintoketjun toiminnasta. Teoksessa “Koulun ympäristötieto 3” puolestaan kerrotaan, että kasvit tarvitsevat valoa, vettä, lämpöä, ilmaa ja ravinteita, ja että ravinteet ovat “ruokasuolan tapaisia aineita, joita kasvi ottaa juuriensa avulla maasta” (s. 11). Lienee luonnollista, että lapset ajattelevat erityisesti ravinteiden olevan kasvien ruokaa.

3 LUONNONTIETEELLISTEN KÄSITTEIDEN OMAKSUMINEN

3.1 Aiemmat käsitykset - oppimisen siemen

Lapsilla on jo kouluun tullessaan paljon kokemuksiin perustuvaa tietoa eri ilmiöistä. Nämä tiedon siemenet saattavat olla ristiriidassa luonnontieteellisten käsitysten kanssa, mutta jotkut niistä voivat jo alun perin vastata tieteellisen tiedon periaatteita. Lapset ovat esimerkiksi kuulleet aikuisten puhuvan, että sähkö virtaa sähköjohdossa. Jos sähkövirtauksessa on vikaa, niin lamppu ei syty tai jokin kone ei toimi. Sanan "virtaus" käyttäminen osoittaa, että lapsella on käsitys sähkövirran kulkemisesta johdosta. Kun koulussa tarkastellaan sähköä ja elektronien "virtausta" tieteellisen tiedon avulla, lapsella on jo jonkinlainen mielikuva siitä, mistä puhutaan.

Perinteisesti on ajateltu, että luonnontieteessä asioita opetellaan ikään kuin tosiasioina, objektiivisesti. Maa ja muut planeetat kiertävät aurinkoa, vaikka joku väittäisi muuta, ja maa on pyöreä siitäkin huolimatta, että se näyttää läheltä katsottuna litteältä (Ks. mm. Vosniadou ja Brewer 1992). Näin tietysti onkin, sillä tieteessä on pyrittävä kuvaamaan ilmiöitä mahdollisimman luotettavasti. Toisaalta ihmisillä on harhakäsityksiä siitä, että tieto on muuttumaton, "pyhä" ja sellaisenaan opeteltavissa. Moni luottaa tutkijoiden asiantuntemukseen.

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan ei kuitenkaan ole olemassa mitään kaikille yhteistä objektiivista tietoa, jonka jokainen imee itseensä kuin kuiva pesusieni veden. Tieto on sen sijaan dynaamista, muuttuvaa, suhteellista ja kullekin henkilölle omaansa. Oppiminen on aktiivinen tapahtuma, jossa oppija valikoi ja tulkitsee informaatiota aiempien tietojensa pohjalta. Samalla hän liittää uutta ainesta tietorakenteisiinsa itselleen mahdollisimman järkevällä tavalla. (Rauste von Wright ja von Wright 1997, 15; Tynjälä 1999, 72)

Konstruktivismi voidaan jakaa eri suuntauksiin sen perusteella, kenen ajatellaan olevan konstruktioprosessin aktiivinen toimija. Asioiden yksilöllinen konstruointi on vain eräs tietojen jäsentämistapa. Siinä prosessia kuvataan yhden ihmisen psyykkisenä mentaalisten mallien rakentamisena. Jokainen ihminen on myös sosiaalinen olento, jolla on tarve jakaa ymmärrystään toisten ihmisten kanssa ja ymmärtää heitä. Kieltä, merkkejä ja symboleja käytetään välineinä, joiden avulla useat ihmiset löytävät asioista samankaltaisia

merkityksiä, ja jakavat ne keskenään. Tällöin toimijana voi olla ryhmä tai yhteisö, esimerkiksi koululuokka. (Tynjälä 1999, 22; Leach ja Scott 2000, 43.)

Tutkimuksissa on pyritty selvittämään, mihin lasten käsitykset luonnontieteellisistä ilmiöistä perustuvat, ja miten ne ovat jäsentyneet heidän ajattelunsa rakenteisiin. Tutkijat suhtautuvat lasten käsityksiin kuitenkin eri tavoin, ja nimittävät niitä eri termein. Käsityksiä on kutsuttu mm. väärinkäsityksiksi (misconception), naiiveiksi käsitteiksi (naive conception) sekä vaihtoehtoisiksi rakenteiksi (alternative framework).

Vosniadou (1991) ja Vosniadou ja Brewer (1992) kutsuvat lasten varhaisia käsitteitä mentaaliseksi malleiksi (mental models). Heidän mukaansa mentaalinen malli muodostaa ajattelun dynaamisen rakenteen, jonka avulla yksilö pyrkii vastaamaan kysymyksiin ja ratkaisemaan ongelmia. (Vosniadou 1991, 221; Vosniadou ja Brewer 1992, 543.)

Vosniadoun (1998) mukaan lasten mentaaliset mallit perustuvat kokonaisvaltaisiin naiiveihin fysikaalisiin viitekehysteorioihin (framework theories) sekä spesifeihin teorioihin (specific theories). Viitekehysteorit ovat implisiittisiä, intuitiivisia ja tiedostamattomia, käsitystemme taustalla olevia oletuksia asioiden luonteesta. Ne sisältävät sekä ontologisia (millaisia asiat ovat luonteeltaan) että epistemologisia (tietämiseen liittyviä) oletuksia. Esimerkkinä voidaan mainita joidenkin lasten näkemys, jonka mukaan maa on litteä. Spesifit teorit puolestaan koostuvat oletuksista ja uskomuksista, joita käytetään selitettäessä joitain tiettyä ilmiötä, esimerkiksi päivä/yö-vaihtelua (ks. myös Diakidou, Vosniadou ja Hawks 1997). Spesifit oletukset ovat viitekehysteorioiden alaisia, ja niihin vaikuttavat yksilöiden omat kokemukset sekä ympäröivä kulttuuri. (Vosniadou 1998, 1216—1218.)

Myös diSessa (1993) uskoo, että lapsilla on eri asioista naiiveja käsityksiä, jotka vaikuttavat myöhempään oppimiseen. Hän on vakuuttunut siitä, että lasten käsitykset koostuvat ennemminkin erillisistä ”tiedon muruista”. Näitä kognitiivisia elementtejä sisältäviä erillisiä tietoja diSessa kutsuu nimellä p-prims (phenomenological primitives). Ne ovat hänen mukaansa pinnallisia tulkintoja fysikaalisesta todellisuudesta. Niillä on myös tärkeä rooli fysikaalisia ilmiöitä selitettäessä. P-primsit ovat kuitenkin rajallisesti järjestäytyneitä, joten ne eivät tämän vuoksi muodosta mitään selkeää teoriarakennetta.

Tytler (1998) tutki lasten käsityksiä erilaisissa sosiaalisissa konteksteissa koulussa. Hän ei havainnut, että lasten käsitykset olisivat perustuneet Vosniadoun ja Brewerin (1992) mainitsemaan viitekehysteoriaan. Hän pitää diSessan (1993) määrittelemiä p-primsejä sen

sijaan tulostensa parempina selittäjinä. Tytlerin mukaan lasten käsityksistä puuttuu johdonmukaisuus. He saattavat selittää jotain asiaa vaihtelevasti eri tilanteissa. Toisaalta lapsilla voi olla tiettyjä yleiskäsitteitä, jotka ovat melko pysyviä, ja joita he yrittävät soveltaa monissa yhteyksissä. Tytler havaitsi myös, että oppimisympäristö vaikuttaa lasten käyttämiin käsitteisiin. Ryhmässä lapset määrittelevät ja laajentavat käsityksiään, ja etsivät aktiivisesti selityksiä eri ilmiöille. Tämä monien käsitysten kooste on Tytlerin mukaan kuin monikerroksinen ikkunaruuu, jonka läpi ilmiötä tarkastellaan. (Tytler 1998, 921—923.)

Hatano ja Inagaki (1997) kutsuvat lasten luonnontieteen ilmiöihin liittyviä käsityksiä intuitiiviseksi biologiaksi. Heidän mukaansa lapset selittävät eri ilmiöitä joko intentionaalisesti, vitaalisesti tai mekaanisesti. Pienimmät lapset selittävät ilmiöitä tavallisesti intentionaalisesti, oman itsensä kautta. Esimerkiksi Kysymykseen “miksi hengitämme ilmaa?”, intentionaalinen vastaus voi olla “koska haluamme tuntea olomme hyväksi”. Hatano ja Inagaki uskovat, että lasten selitykset ovat luonteeltaan yleisimmin kuitenkin vitaalisia, eli ilmiö selitetään esimerkiksi jonkun elimen toiminnasta johtuvaksi. Edellä mainittuun kysymykseen vitaalisen tulkinnan antava lapsi voi vastata, “koska rintakehämme ottaa elinvoimaa ilmasta”. Mekaaninen selitys, “koska keuhkot ottavat sisään happea ja vaihtavat sitä hiilidioksidiin”, osoittaa, että henkilöllä on jo tietoa ihmisen fysiologiasta. Hatano ja Inagaki ovat Tytlerin (1998) tavoin vakuuttuneita siitä, että myös sosiaaliset ja laajemmat kulttuurihistorialliset tekijät vaikuttavat lasten käsityksiin. (Hatano ja Inagaki 1997, 114—116.)

Tieto lasten ajattelusta ja käsityksistä on sinällään vasta alkutilanne. Lasten olemassa olevien käsitysten tunteminen auttaa opetuksen suunnittelussa. Jotta oppiminen olisi tuloksellista, on myös tiedettävä, mitkä tekijät vaikuttavat lasten käsitysten muuttumiseen. Mikä muuttuu? Mihin muutos perustuu? Millainen tuo muutosprosessi on?

3.2 Tieteellisten käsitysten juurtuminen

3.2.1 Tutkimuksissa vaikuttavia tutkimustraditioita ja nykysuuntauksia

Lasten luonnontieteellisten käsitysten ja heidän käyttämiensä käsitteiden muuttuminen on tuottanut lukuisia erilaisia tutkimuksia, joissa on tarkasteltu monia eri ilmiöitä. Kirjallisuus-

den perusteella vaikuttaa siltä, että biologian ilmiöihin liittyviä käsityksiä on tutkittu vähemmän kuin maantieteeseen ja fysiikkaan liittyviä käsityksiä. Tästä syystä seuraavissa luvuissa esitetyt esimerkit käsittelevät lähinnä näitä jälkimmäisiä ilmiöitä.

Vosniadoun (1999, 3—10) mukaan tutkimuksissa on selkeästi havaittavissa kaksi erilaista suuntausta: kognitiivis-kehityksellinen tutkimus sekä luonnontieteen opetukseen perustuva tutkimus. Kognitiivis-kehityksellisissä tutkimuksissa lähtökohtana on lapsi, joka jäsentää tietoa aktiivisesti. Hänen käyttämiensä käsitteiden muutos on seurausta hänen ajattelunsa kehittymisestä. Jo Piaget (1977) käsitteli teoriassaan lasten henkistä kasvua heidän itsensä kannalta. Piaget'n mukaan lapsen ajattelu kehittyy eri vaiheiden kautta nuoruusikään saakka, ja jokainen henkilö pyrkii muodostamaan mahdollisimman oikean kuvan maailmasta, jossa hän elää. Tämän adaptaatioksi nimittämänsä tapahtuman perustointoja Piaget kutsuu assimilaatioksi ja akkommodaatioksi. Assimilaatiossa uutta informaatiota liitetään jo olemassa oleviin tietorakenteisiin, skeemoihin. Akkommodaatio puolestaan on joko väliaikainen tai pysyvä skeemojen muutos, pyrkimys ymmärtää paremmin ympäröivää todellisuutta. Adaptaation tarkoituksena on saavuttaa tasapainotila (equilibration), ja välttää kognitiivisia konflikteja. (Piaget 1977; Hamilton ja Ghatala 1994, 213—217.) Myöhemmin Piaget'n teoriaa on kritisoitu siitä, että se aliarvioi lasten älyllisiä kykyjä. On huomattu, että lapset pystyvät älyllisesti vaativampiin suorituksiin aiemmin, kuin mitä Piaget olettaa.

Nykyisistä tutkijoista mm. Carey (1985), Carey ja Spelke (1994), Vosniadou (1990, 1994), Vosniadou ja Brewer (1987, 1990, 1992) sekä Chi ym. (1994) korostavat yksilöllisen ajattelun merkitystä käsitteenmuutosprosessissa..

Luonnontieteen opettamista koskevien tutkimusten tutkimustraditio liittyy oppimisteoreettiseen viitekehykseen. Tällöin tarkastellaan sitä, miten opetus vaikuttaa yksilön käyttämien käsitteiden muuttumiseen. (Vosniadou 1999). Mielenkiinto on kohdistunut lasten alkuperäisiin arkikäsitteisiin, jotka pyritään muuttamaan tieteellisiksi. Perinteisesti on ajateltu, että lasten käsitykset muuttuvat uusiksi kognitiivisen konfliktin kautta. Posnerin, Striken, Hewsonin ja Gertzogin (1982) mukaan käsitteen muutos edellyttää, että 1) henkilö on tyytymätön sen hetken käsitteeseen, 2) on olemassa uusi vaihtoehtoinen käsite, joka on ymmärrettävä, 3) uusi käsite on alusta lähtien uskottava ja 4) uusi käsite on käyttökelpoinen ja toimiva eri tilanteissa.

Empiirisissä tutkimuksissa on havaittu, että asia on käytännössä paljon monimutkaisempi. Jos henkilön käyttämät käsitteet ovat arkielämässä hyvin käyttökelpoisia, ei hänellä ole tarvetta korvata niitä tieteellisimmillä käsitteillä. Kognitiivinen konfliktikaan ei välttämättä aiheuta käsitteen muuttumista, mikäli käsitteellä ei ole varteen otettavaa vaihtoehtoa. Jos uusi vaihtoehto on kuitenkin olemassa, mutta se ei ole sisällöltään uskottava, henkilö voi ymmärtää uuden käsitteen sisällön, vaikka käyttääkin aiemmin omaksumaansa käsitettä edelleen. (Vosniadou 1999.) Jälkimmäisin tilanne on hyvin yleinen luonnontieteen opetuksessa. Vaikka oppilaille kerrotaan esimerkiksi fotosynteesin periaatteet, he ajattelevat edelleen, että kasvit kasvavat ulkopuolisen ravinnon oton turvin.

Tieteellisen lähestymistavan eroista huolimatta tutkijat ovat samaa mieltä siitä, että käsitteiden muuttuminen on hidas ja aikaa vievä prosessi. Aihealueen tutkimus on lisääntynyt ja monipuolistunut viime vuosina. Tämän vuoksi perinteiset tutkimusnäkökulmat eivät enää riitä, vaan niiden lisäksi tarvitaan myös uusia näkökulmia. Vosniadoun (1999) mukaan eräänä tulevaisuuden tavoitteena on yhdistää lasten kognitiivista kehitystä ja luonnontieteen opetusta tarkastelevat tutkimukset kokonaisuudeksi. Tällöin saadaan huomattavasti realistisempi kuva oppijan käsitteiden oppimisen prosesseista. Käsitteiden oppimiseen vaikuttavat monet muutkin seikat kuin henkilön kognitiivinen kehitysvaihe tai hänen saamansa opetus. Jokainen henkilö omaksuu asioita omalla tavallaan, toisin sanoen hänellä on oma oppimistyyliinsä. Oppimistilanteet vaihtelevat, samoin oppijan motivaatio. Lisäksi jokaisessa oppimistilanteessa ovat läsnä monet sosiaaliset ja kulttuuriin sidoksissa olevat tekijät. (Vosniadou 1999, 9—13.) Seuraavissa luvuissa tarkastellaan hieman tarkemmin näitä erilaisia käsitteiden muuttumista selittäviä näkemyksiä.

3.2.2 Mentaalisten mallien muutos

Vosniadoun (1994) mukaan tieteellisten käsitteiden omaksuminen perustuu yksilön olemassa olevien käsitteiden eli mentaalisten mallien rikastamiseen tai muuttamiseen. Vosniadou pitää rikastamista käsitteenmuutosprosessin yksinkertaisimpana muotona, koska siinä yksilö lisää informaatiota jo olemassa olevaan viitekehysteoriaansa. Rikastamisessa asia on jollain tavalla oppijalle jo tuttu, jolloin siihen on helpompi liittää uusia tietoja kuin täysin vieraaseen asiaan. Esimerkiksi tieto kuussa olevista kraattereista on

helppo yhdistää käsitteeseen kuu, joka on jokaiselle entuudestaan tuttu taivaankappale. (Vosniadou 1994, 49.)

Varsinainen mentaalisten mallien muutos on Vosniadoun (1994) mukaan hitaampi ja vaikeampi prosessi kuin rikastaminen. Mentaalisten mallien muuttuminen vaatii yksilön ajatteluun ja havaintoihin perustuvan viitekehysteorian tai sen alaisen spesifin teorian uudelleen järjestelemistä. Mm. luonnontieteiden opetuksessa oppilaat törmäävät usein ilmiöihin, joiden ymmärtäminen vaatii arkitiedon voimakasta muokkaamista. Vosniadou pitää yksilön viitekehysteorioita hyvin pysyvinä rakenteina. Tämän vuoksi arkikäsitteet eivät muutu tieteellisiksi äkillisesti, vaan ne omaksutaan vaiheittain. (Vosniadou 1994, 49.)

Vosniadoun (Vosniadou ja Brewer 1987; Vosniadou 1994) teoria vaikuttaa hyvin ymmärrettävältä. Joidenkin ilmiöiden tieteelliset selitykset ovat niin erilaisia verrattuna arkitiedon näkemyksiin, että yksilön voi olla vaikeaa uskoa niihin. Vosniadou (1994) korostaa, ettei tutustuminen jonkin ilmiön tieteelliseen selitykseen johda välttämättä sen omaksumiseen. Oppimisprosessin eri vaiheissa voi muodostua erilaisia virheellisiä käsityksiä, kun oppija yrittää sulauttaa uutta informaatiota aiempiin tietoihinsa. Oppija saattaa hylätä tieteellisen selityksen ja pysytellä entisessä näkemyksessään, jos uusi selitys tuntuu jotenkin vieraalta ja hämmentävältä. Lapsi voi esimerkiksi edelleen selittää, että aurinko nousee ja laskee, vaikka koulussa opetettaisiinkin, että illuusio auringon liikkeistä johtuukin maan pyörimisestä akselinsa ympäri. Oppija voi pitää samaansa informaatiota vain tietyssä tilanteessa (koulussa, kokeessa) päteväenä, tai hän voi yrittää yhdistellä aiempia käsityksiään uuden informaation kanssa. (Vosniadou 1994, 49—50.)

Vosniadou ja Brewer (1990, 1992; Vosniadou 1991, 1994) sekä Diakidou, Vosniadou ja Hawks (1997) ovat tutkineet erityisesti lasten käsityksiä astrologisista ilmiöistä, kuten maan muodosta ja päivä/yö-vaihteluista. Saamiensa tulosten perusteella he havaitsivat, että lasten mentaaliset mallit ovat joko 1) intuitiivisia, 2) synteettisiä tai 3) tieteellisiä. Intuitiivinen mentaalinen malli kuvastaa maailmaa sellaisena kuin lapsi sen kokee ennen kuin kouluopetuksen tieteelliset selitykset ovat päässeet vaikuttamaan hänen ajatteluunsa. Maa on tämän mallin mukaan joko ympyränmuotoinen tai nelikulmainen litteä levy, jonka reunalta voi tipahtaa tyhjiyteen. Synteettisen mentaalisen mallin omaksunut lapsi on ymmärtänyt vain osan opetuksen sisällöstä, ja hän on pyrkinyt yhdistämään arkitietoja tieteellisen tiedon kanssa mahdollisimman ristiriidattomasti. Vosniadou ym. havaitsivat kolme erilaista synteettistä mentaalista mallia, joilla lapset selittivät maan muotoa. Jotkut

olettivat, että on olemassa kaksi eri maata: litteä, jossa ihmiset asuvat ja toinen pyöreä, joka on avaruudessa. Toiset ajattelivat, että maa on onttopallo, jonka sisällä olevan levyn päällä ihmiset asuvat. Eräät olivat vakuuttuneita siitä, että maa on pallo, joka on kuitenkin selvästi litistynyt.

Vosniadou ja Brewer korostavat tutkimuksissaan erityisesti lasten omia empiirisiä havaintoja. Intuitiivisten ja synteettisten mallien muodostumista saattavat omien havaintojen lisäksi edistää kuitenkin myös seinäkartat ja karttakirjat. Niissä kummassakin maapallo mantereineen ja vesialueineen esitetään litteänä levynä. Lasten mielikuvissa esimerkiksi Pohjois-Amerikka ja Venäjän Itä-Siperian alue voivat näyttää sijaitsevan hyvin kaukana toisistaan, ikään kuin maailman eri laidoilla. Mikäli mantereita tarkastellaan esimerkiksi pohjoisnavalta käsin, muodostuu mantereiden etäisyyksistä ja sijainneista aivan erilainen mielikuva.

Tieteellisen mentaalisen mallin omaksuneen lapsen käsitys vastaa yhteiskunnassa hyväksyttyä näkemystä siitä, että maa on pyöreä planeetta, joka kiertää aurinkoa. Lapsi on tällöin oivaltanut käsitehierarkian, jonka mukaan maa ei ole fyysinen objekti, joka on erilainen kuin astrologiset objektit (tähdet, planeetat), vaan että se on planeetta muiden planeettojen joukossa (Diakidoy ym. 161).

Vosniadoun ja Brewerin (1990, 627) mukaan tieteellistä mentaalista mallia edeltävät mallit eivät kuitenkaan unohdu. Yksilö on tietoinen niiden olemassa olosta, hän pystyy erottamaan ne tieteellisestä selityksestä, ja hän voi käyttää niitä joissakin tilanteissa tarpeen mukaan.

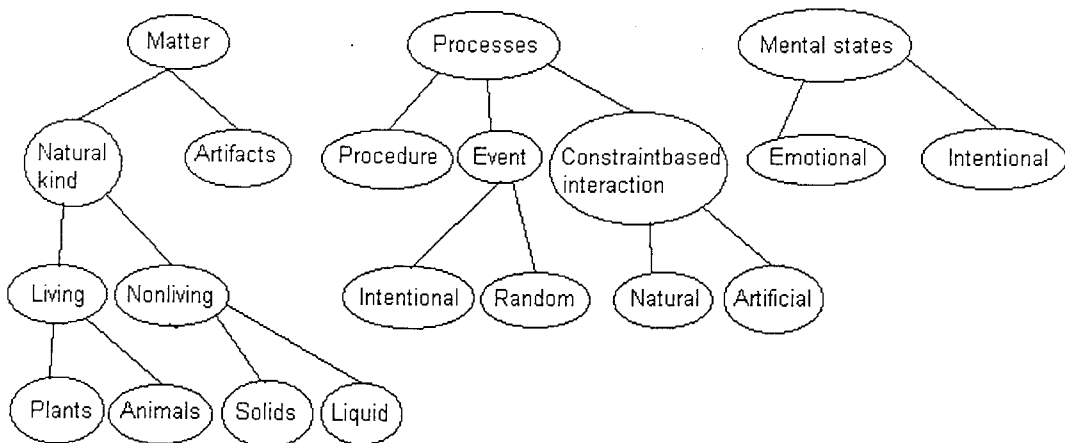
3.2.3 Käsitteiden luokittelu

Chi, Slotta ja de Leeuw (1994) tarkastelevat käsitteenmuutosprosessia hieman eri näkökulmasta kuin Vosniadou ja Brewer (emt.). Heidän pääideanaan ovat käsitteeluokat ja niiden väliset suhteet. Chin ym. mukaan käsitteenmuutos on sitä, että yksilö luokittelee olemassa olevat käsitteet uuteen (oikeaan) kategoriaan.

Chi ym. (1994) jakavat mallissaan koko maailman käsitteineen vähintään kolmeen ontologiseen luokkaan ("puuhun"), jotka ovat 1) materia (matter), 2) prosessi (process) sekä 3) henkiset tilat (mental states). (Ks. kuvio 1) Nämä yläkäsitteet jakautuvat edelleen

alakäsitteisiin. Materian alakäsitteet ovat luonnollinen tai keinotekoinen, ja prosessien alakäsitteitä proseduurit, tapahtumat sekä rajoitetut interaktiot. Henkisten tilat voidaan puolestaan jakaa emotionaalisiin (mm. pelko) ja intentionaalisiin (halut) tiloihin. (s.29)

Luonnontieteen käsitteiden omaksumisessa on Chin ym. mukaan omat erityiset ongelmansa. Monet käsitteet ovat abstrakteja ja matemaattisia, ja niissä käytetään usein teknistä erikoiskieltä, joka on erilaista verrattuna tavalliseen arkikieleen. Tällöin käsitteet tuntuvat jo alusta lähtien hankalilta. Käsitteenmuutosta saattaa häiritä myös se, että oppija on arkitietojensa perusteella luokitellut käsitteen johonkin väärään luokkaan. Oppija voi esimerkiksi pitää valoa ja lämpöä esineiden ominaisuuksina, vaikka ne tieteellisesti kuvaavatkin prosessia.



KUVIO 1. Käsitteiden ontologinen luokittelu Chin ym. (1994) mukaan.

Chi ym. ovat ristiriitaisuushypoteesinsa mukaan vakuuttuneita siitä, että käsitteenmuutosta ehkäisevät nimenomaan arkikäsitteiden ja tieteellisten käsitteiden luokituksen ristiriidat. Jos ristiriita on olemassa, arkikäsitteet pysyvät muuttumattomina yksilön iästä, tilanteesta tai opetuksesta huolimatta. Toisaalta käsitteen ymmärtäminen ei Chin ym. mukaan välttämättä vaadi käsitteen muuttumista, mikäli aiempi käsite ja uusi käsite kuuluvat samaan ontologiseen luokkaan. Jos oppija on esimerkiksi ajatellut, että valas on kala, hänen on helppo ymmärtää, että valas onkin nisäkäs, koska molemmat kuuluvat luokkaan eläimet.

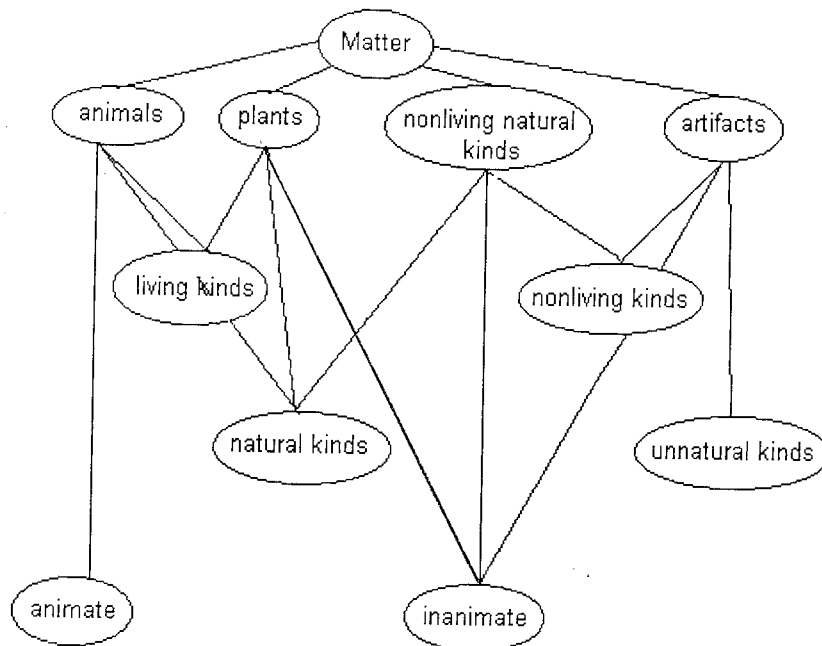
Chin, Slottan ja de Leeuw (1994) teoria olettaa varsin suoraviivaisesti, että yksilö luokittelee tietyt käsitteet aina alitajuisesti tiettyihin luokkiin. Heidän teoriassaan on monia toimivia ajatuksia, mutta toisaalta voidaan kysyä, ovatko luokitteluristiriidat niin voimakas oppimista häiritsevä tekijä kuin Chi ym. uskovat? Esimerkkinä voidaan ajatella käsitettä revontulet. Oppilas voi arkikäsitteensä mukaan ajatella sen olevan samanlainen konkreettinen taivaalla näkyvä ”esine” kuin kuu. Luonnontieteen oppitunnilla hänelle kerrotaan tieteellinen selitys, jonka mukaan revontulet ovatkin fyysikaalinen prosessi. Oppilas saattaa tämänkin jälkeen pitää revontulia konkreettisenä ”esineenä”, vaikka hän ymmärtääkin sen, mikä aiheuttaa nämä valoilmiot. Chin ym. mukaan tämän pitäisi kuitenkin aiheuttaa oppimista häiritsevän ristiriidan.

Pauen (1999) on Chin, Slottan ja de Leeuw (1994) tavoin vakuuttunut siitä, että ihmiset jäsentävät maailmankuvaansa järjestelemällä käsitteitä ontologisiin luokkiin. Jäsentäminen alkaa jo varhaislapsuudessa ja jatkuu koko aikuisiän ajan. Käsitteenmuutos on Pauenin mukaan jatkuva prosessi, jossa ontologisten luokkien sisältämä tieto lisääntyy, ja jossa käsitteiden määrittäminen tarkentuu. Käsitteiden sisältö saattaa muuttua toiseksi, kun uutta tietoa lisätään olemassa oleviin tietorakenteisiin. Käsitteiden ei siis tarvitse muuttuessaan korvautua toisilla käsitteillä tai aiheuttaa ristiriitoja, kuten Chi ym. ajattelevat.

Pauenin näkemystä kuvaa hänen CEC-mallinsa (”Causes and Effects of Changes-model”). Mallin mukaan yksilö pyrkii luokittelemaan tietyn käsitteen johonkin luokkaan pohtimalla ilmiöön liittyviä selityksiä: 1) syitä ja seurauksia (causality), 2) toimintaa (functionality) ja 3) ennustettavuutta (predictability). Pauen mainitsee esimerkkinä käsitteet ”elävä” ja ”eloton”. Jos joku ilmiö on luokiteltava toiseen näistä, yksilön on pohdittava valintansa perusteita. Mitä ominaisuuksia (mm. kyky kasvaa, lisääntyä, liikkua) on elävällä tai elottomalla oliolla? Minkä vuoksi elävä / eloton olio toimii tietyllä tavalla? Miten elävän ja elottoman käyttäytymistä voidaan ennustaa?

Lasten tiedot ilmiöstä voivat olla puutteelliset, mikä voi Pauenin (1999) mukaan aiheuttaa virheellistä luokittelua. He saattavat myös perustella näkemyksiään eri tavoin kuin aikuiset. Edellisen esimerkin mukaisesti lapsi saattaa ajatella, että aurinko on elävä, koska se ”liikkuu” taivaalla itsenäisesti.

CEC-malli olettaa, että yksilö oppii luokittelemaan jonkin asian tai ilmiön (esimerkiksi kasvit) samanaikaisesti useampaan luokkaan. Kuvio 2 havainnollistaa tätä oletusta.



KUVIO 2. Käsitteiden ontologinen luokittelu Pauenin (1999) mukaan.

Kasvit kuuluvat eläinten, elottomien luontoon kuuluvien olioiden ja ihmisten tekemien esineiden kanssa luokkaan materia. Niillä on joitakin yhteisiä ja erilaisia ominaisuuksia muiden ryhmien kanssa. Kasvit ovat eläviä kuten eläimet, mutta kuitenkin ne ovat yhtä liikkumattomia kuin elottoman luonnon oliot tai esineet. (Pauen 1999, 29.)

3.2.4 Osista kokonaisuuksiksi

diSessan (1993) sekä diSessan ja Sherinin (1998) mukaan lasten tieto on sirpaleista, eikä sen taustalla ole mitään tiettyä viitekehysteoriaa. Sirpaleisuus johtuu siitä, että lasten metakognitiivinen tietoisuus on vielä puutteellisesti kehittynyt. He eivät tämän vuoksi pysty riittävän hyvin ymmärtämään kokonaisuuksia ja eri asioiden ja ilmiöiden välisiä yhteyksiä.

diSessan ja Sherinin (1998) mukaan luonnontieteellisten käsitteiden omaksuminen perustuu näiden erillisistä tiedon muruista koostuvien arkikäsitteiden uudelleen järjestele-

seen, tai tietojen keskinäisen kiinteyden lisääntymiseen. diSessan ja Sherin (1998) nimittävät luonnontieteen oppimisessa tarvittavia käsitteitä rinnasteisiksi luokiksi (coordination classes). Tällaisia rinnasteisia luokkia edustavat mm. käsitteet “voima” ja “fotosynteesi”. Ne eroavat tavallisista luokiteltavista käsitteistä (“kissa”, “omena”) siinä, että niiden tarkoituksena on tiettyjen prosessien selittäminen.

Jotta yksittäisistä tiedoista voitaisiin saada toimiva kokonaisuus, on tietojen rinnastamisessa tehtävä valinta siitä, mitä tiedon muruja kerätään, yhdistellään ja vertaillaan toisiinsa tietyssä tilanteessa (integration). Lisäksi tietojen on pystyttävä selittämään samaa ilmiötä eri tilanteissa (invariance). Tämän seurauksena tiettyä ilmiötä kuvaavista tiedoista muodostuu syy-yhteyksien verkko (causal net). (diSessa ja Sherin (1998, 1176.)

diSessa ja Sherin (1998, 1178) korostavat, etteivät p-primsit sinällään voi muodostaa rinnasteisia luokkia. Ne ovat heidän mukaansa liian pieniä ja erillisiä, ja niitä on liian paljon. Yksilö ei välttämättä osaa valita oikeita tietoja, jolloin tietojen muodostama syy-yhteyksien verkko voi sisältää monia virheellisiä asioita. Käsitteenmuutoksen ongelmana on diSessan ja Sherinin (1998, 1186) mukaan nimenomaan tiedon murujen virheellinen jäsentäminen. Oppija tarvitseekin tässä käsitteenmuutosprosessissa opettajan ohjaavaa apua.

Joissakin tapauksissa diSessan (1993) sekä diSessan ja Sherinin (1998) näkemys vaikuttaa uskottavalta. Lapsilla on monia yksittäisiä, havaintoihin perustuvia tietoja eri ilmiöistä. Mutta ovatko ne toisistaan niin riippumattomia, ikään kuin eräänlainen satunnainen tilanteen mukaan muuttuva “keräilyerä”, kuten diSessa ja Sherin olettavat? Lapset pyrkivät kuitenkin ymmärtämään maailmaa kokonaisuutena, joten heidän ei voisi olettaa tyytyvän selittämään ilmiöitä pelkästään hajanaisten tiedonmurujen avulla.

Tutkimustulokset saattavat myös vaihdella tarkasteltavien käsitteiden mukaan. Jos ilmiö on lapsille arkielämästä hyvin tuttu, heillä saattaa olla hyvinkin jäsentynyt ja pysyvä näkemys tietystä ilmiöstä, esimerkiksi vuorokauden vaihtelusta. Joihinkin ilmiöihin lapset eivät sen sijaan kiinnitä välttämättä mitään huomiota. Esimerkiksi painovoiman käsite saattaa olla niin “itsestään selvä”, ettei sitä tarvitse selittää mitenkään, sillä esineet putoavat alaspäin ennemmin tai myöhemmin.

3.2.5 Motivaation merkitys

Motivaation oppimista ja asioiden ymmärtämistä edistävä merkitys on kiistaton. Omaksumme itsellemme kiinnostavia asioita ihan huomaamatta, ja ponnistelemme vaikeampienkin asioiden parissa, jos ne vaikuttavat mielenkiintoisilta. Tällöin voidaan sanoa, että olemme sisäisesti motivoituneita, koska oma toimintamme ohjaa tekemiämme valintoja, ja koska oppiminen sinänsä on palkitsevaa. Sisäistä motivaatiota ja oppimisorientaation kehittymistä edistää Tynjälän (1999) mukaan oppilaan omatoimisuutta, aloitteellisuutta ja itsenäisyyttä tukeva ympäristö. Konstruktivistinen näkemys pitää tärkeinä myös oppilaiden tulkintoja ja kokemuksia oppimistilanteista sekä sosiaalisesta vuorovaikutuksesta. (Tynjälä 1999, 107—109.)

Toimintaa voi ohjata myös ulkoinen motivaatio. Opettelemme asioita ihan vain kokeista selviämisen vuoksi, tai siksi että joku toinen henkilö (opettaja, vanhemmat, työnantaja) vaatii sitä meiltä. Tällöin asioilla itsellään on välinearvo, ja niiden ymmärtäminen on aivan toisarvoinen seikka. Kouluoppiminen on valitettavan usein tällaista asioiden nopeaa ja ulkokohtaista mieleen painamista sekä niiden yhtä tehokasta unohtamista.

Motivaatio vaikuttaa myös luonnontieteen käsitteiden omaksumiseen. Pintrichin (1999) mukaan oppijan käsitykset oppimisesta yleensä sekä itsestä oppijana ovat eräänlaisia ennakko-oletuksia, jotka voivat joko edistää tai ehkäistä käsitteiden muutosta (Pintrich 1999, 34.)

Pintrich (1999) esittää joitakin väittämiä asioista, joiden hän olettaa vaikuttavan myönteisesti oppijan motivaatioon ja edelleen käsitteiden muuttumiseen. Pintrichin mukaan sisäisesti motivoituneen oppijan oppimistulokset ovat tavallisesti hyvät, koska hän prosessoi informaatiota yleensä perusteellisemmin kuin ulkoisesti motivoitunut oppija. Motivoitunut oppija ei ainoastaan hyväksy opettajan näkemystä, vaan hän reflektoi asioita ja liittää niitä tietorakenteisiinsa. Ilmiöt ja käsitteet ovat tällöin osa hänen toimivaa tietovarastoaan. Käsitteen muuttumista voi edistää myös se, että opittavat asiat ovat oppijalle henkilökohtaisesti tärkeitä, ja että hän tuntee voivansa vaikuttaa omaan oppimiseensa. Tunne omista vaikutusmahdollisuuksista lisää myös kognitiivisia resursseja tieteellisiä asioita kohtaan. Päinvastaisessa tilanteessa opittu avuttomuus ja usko kontrollin puutteeseen ehkäisevät käsitteiden muuttumista. Pintrich korostaa, ettei itsekontrolli tarkoita sitä,

että opettajan on jätettävä oppilas oman onnensa nojaan. Oppilaan kyky ottaa vastuuta omasta oppimisesta kehittyy opettajan ohjauksessa vähitellen.

Pintrichin (1999) mukaan motivoituneisuus voi toisaalta myös ehkäistä tieteellisten käsitteiden omaksumista. Oppija on saattanut hankkia tiettyä aihetta käsittelevää tietoa esimerkiksi kirjoista, internetistä tai televisiosta. Jos hänelle on näiden tietojen perusteella muodostunut ilmiöstä virheellisiä käsityksiä, niitä voi olla vaikea myöhemmin muuttaa. (s.47.)

3.2.6 Situationaaliset tekijät

Tieteellisten käsitteiden omaksumista pidetään usein ainoastaan yksilöllisenä prosessina, minkä vuoksi käsitteiden muuttumisen syytä etsitään oppijasta itsestään: hänen kehitysvaiheestaan, ajatusrakennelmistaan, aiemmista tiedoistaan jne. Oppija on koulun oppimistilanteissa kuitenkin harvoin yksin. Hän on osa sosiaalista yhteisöä, johon kuuluvat hänen lisäksi mm. opettaja sekä vaihteleva määrä luokkatovereita. On luonnollista, että tämä sosiaalinen ympäristö vuorovaikutusverkostoinen voi vaikuttaa monin tavoin oppijaan.

Vygotskyn (1987) mukaan sosiaalinen vuorovaikutus ja oppiminen liittyvät kiinteästi toisiinsa. Sosiokulttuurinen ympäristö ei ainoastaan tarjoaa kognitiivisia ärsykeitä, vaan se on nimenomaan lapsen kognitiivisten prosessien alkulähde. Vygotsky tähdentää erityisesti kielen merkitystä yksilön maailmankuvan jäsentymisessä. Lasten puhe ja ajattelu ovat aluksi erillisiä, mutta ne yhdistyvät vähitellen verbaaliksi ajatteluksi, joka muodostaa yksilön ajattelun perustan. Vygotskyn mukaan lapsi tarvitsee oppimiseensa aikuisen tukea. Aikuisen ohjauksen avulla lapsi omaksuu uusia tietoja ja taitoja sekä korkeamman kognitiivisen ajattelun tason kuin ilman ohjausta. Vygotsky kutsuu tätä vaihetta lähikehityksen vyöhykkeeksi (zone of proximal development). Ikätoveriensa kanssa keskustellessaan lapset puolestaan löytävät asioista erilaisia näkökulmia ja oppivat käyttämään kieltä yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. (Vygotsky 1987, 84—91; Hamilton ja Ghatala 1994.)

Sosiokulttuurisen näkemyksen nykyistä suuntausta edustaa mm. ruotsalainen tutkija Roger Säljö. Säljö (1999, 2001) pitää Vygotskyn tavoin sosiaalista vuorovaikutusta käsitteiden muuttumisen edellytyksenä. Säljön mukaan ajattelu ja tieto ovat luonteeltaan nimenomaan

diskursiivisia, ja liittyvät siis ihmisten väliseen viestintään. Tiedot eivät ole esineiden tai tapahtumien ominaisuuksia, vaan ne muodostuvat kuvauksissamme ja analyysissämme. Tämän vuoksi on lapset eivät voi omalla toiminnallaan “havaita” tieteeseen sisältyviä abstrakteja tietoja maailmasta, vaan he tarvitsevat siihen sosiaalisen vuorovaikutuksen tukea. (Säljö 2001, 61.) Säljö kritisoi sitä, etteivät monet yksilöä tarkastelevat tutkimukset ota huomioon ympäristöä, jossa käsitteitä käytetään. Tieteelliset käsitteet pitäisi nähdä välineinä, joita yksilöt käyttävät ratkaistessaan yhdessä esimerkiksi erilaisia ongelmia. Oppilaille tarjotaan kuitenkin varsin usein näkemystä, jonka mukaan käsitteet ovat valmiita ja muuttumattomia, tieteeseen kuuluvia asioita. (Säljö 1999, 89.)

Säljön (1999) mukaan tieteellisten käsitteiden omaksumisen ongelmana eivät suinkaan ole niiden ja arkikäsitteiden väliset erot. Sen sijaan syynä on se, ettei luonnontieteiden opetus tarjoa oppilaille aitoja sosiaalisia vuorovaikutustilanteita, joissa he voisivat harjoitella tieteellisten käsitteiden käyttämistä. Koska tutkimuskieli liittyy tiettyihin tilanteisiin ja tapahtumiin, oppijat sosiaalistuvat näihin tieteellisen ajattelun tapoihin parhaiten vuorovaikutuksessa toistensa ja ohjaavan opettajan kanssa. (Säljö 1999, 90.) Säljö ei muutenkaan pidä koulua hyvänä oppimisympäristönä. Hänen mielestään se on laitostunut ympäristö, jossa oppiminen (yleisemmin viestintä) ei voi koskaan perustua henkilökohtaisiin kokemuksiin. Kokemus kohtaa tietoja ja tiedonmuodostumisen tapoja, jotka ovat vieraita arkielämälle. (Säljö 2001, 155.)

Halldénilla (1999) on opetustilanteista jokseenkin samanlainen näkemys kuin Säljöllä. Halldénin mukaan opetuksen ydinkysymys onkin se, miten voidaan luoda oppimisympäristö, jossa tieteellisiä ajatuksia käsitellään tarkoituksenmukaisesti. Halldén uskoo, että oppijaan vaikuttaa oppimistilanteessa samanaikaisesti kolme erilaista kontekstia. Situationaalinen konteksti tarkoittaa arkipäivän elinympäristön puitteita, kognitiivinen konteksti yksilön kykyjä, haluja ja uskomuksia, ja kulttuurikonteksti laajempaa yhteisön vuorovaikutusta, tapoja ja normeja. Ns. virheelliset käsitykset johtuvat Halldénin mukaan siitä, että oppija on sijoittanut ongelman eri kontekstiin kuin mitä ongelman ymmärtäminen ja ratkaiseminen olisivat edellyttäneet. Oppija on esimerkiksi käyttänyt arkipäivän kontekstiin kuuluvia ratkaisumalleja, koska tieteelliset selitykset ovat vaikuttaneet hänestä jostain syystä sopimattomilta. (63—64.)

Halldén pitää kontekstia erityisen tärkeänä silloin, kun opitaan aivan uusia asioita. Kun ilmiöt, käsitteet tai tapahtumat kytetään tiettyyn kontekstiin, niitä on helpompi

ymmärtää ja tulkita kuin jos ne olisivat täysin irrallisia. Halldénin (1999) käsityksen mukaan oppiminen ei kuitenkaan ole lineaarinen tapahtuma, joka etenee empiiriseltä tasolta käsitteen ymmärtämisen tasolle ja siitä edelleen teoreettiselle tasolle. Sen sijaan oppija prosessoi oppimaansa samanaikaisesti näillä kaikilla tasoilla. (Halldén 1999, 64—65.)

4 LUONNONTIETEIDEN OPETUS KOULUSSA

4.1 Tavoitteena elinvoimainen tieteellinen tieto

Jotkut luonnontieteiden opetuksessa käsiteltävät asiat ja ilmiöt ovat jo aiemmin tuttuja. Ne voivat kuitenkin olla niin “lähellä katsojaa”, että niitä on vaikea tulkita pelkkien omien kokemusten ja havaintojen avulla. Esimerkiksi tuuli on jokaiselle tuttu ilmiö. Pienetkin lapset tietävät miten tuuli vaikuttaa ympäristöön, vaikka eivät osaisi selittää sitä, mistä se saa alkunsa. Joidenkin ilmiöiden havaitseminen ei sen sijaan onnistu ilman apuvälineitä. Hapen merkitys palamiselle saadaan selville vain kokeellisesti, sillä hengitysilmassa on tavallisesti riittävän paljon happea esimerkiksi kynttilän liekille.

Oppilaille saattaa muodostua koulussa virheellinen käsitys tieteellisen tiedon alkuperästä. Tieteellinen tieto ei ole harvojen tutkijoiden “keksimää”, vaikka oppilaat saattavat uskoa niin, kun heille kerrotaan tarinoita esimerkiksi siitä, miten Isaac Newton oivalsi painovoiman merkityksen. Yksittäisten henkilöiden sijaan tieteellinen yhteisö määrittelee, mitä voidaan pitää tieteellisenä tietona, ja mitä muotoja ja sopimuksia eri ilmiöiden tulkinnassa käytetään. (Leach ja Driver 2000, 42.)

Konstruktivistisen käsityksen mukaan tieto on sopimukseen perustuvaa. Sormunen, Viiri ja Saari (1998, 198) toteavat artikkelissaan, että “konstruktivismi korostaa tieteen olevan inhimillinen ponnistus, joka riippuu historiallisista ja kulttuurisista tekijöistä, ja jonka luomat tiedolliset väitteet eivät ole absoluuttisia”. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan tieto ei siirry opetuksessa sellaisenaan yksilön tietorakenteisiin, vaan sen omaksuminen vaatii asioiden yksilöllistä prosessointia ja merkitysten löytämistä. Lisäksi oppijan on luonnontieteitä omaksuakseen sosiaalistuttava tieteen maailmaan sekä sen tapoihin käyttäjä ja muodostaa käsitteitä (Ahtee 1998, 360; Driver, Asoko, Leach, Mortimer ja Scott 1994; Leach ja Scott 1995; Leach ja Scott 2000).

Yksilöt eivät välttämättä ole edes tietoisia niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat heidän ajatteluunsa. Mikkilä-Erdmannin (2001, 242) mukaan tämä metakäsitteellisen tietoisuuden (metaconceptual awareness) puute haittaa luonnontieteiden oppimista, sillä kouluopetuksen myötä lapset pikemminkin rikastavat aiempia käsityksiään kuin muuttavat niitä. Vosniadou, Ioannides, Dimitrikapoulou ja Papademetriou (2001) ovat Mikkilä-Erdmannin (2001) tavoin vakuuttuneita siitä, että oppilaat on saatava pohtimaan omaa ajatteluaan.

Vosniadoun ym. mukaan käsitteiden muuttuminen ei ole vain entisten käsitysten vaihtamista toisiin, vaan myös metakäsitteellisen tietoisuuden kehittymistä ja viitekehysteorian systemaattisuuden ja kiinteyden lisääntymistä. Käytännön oppimistilanteissa näihin tavoitteisiin päästään, kun oppilaita mm. rohkaistaan ilmaisemaan ajatuksiaan, testaamaan ja vertailemaan niitä luokkatovereidensa kanssa sekä antamaan tieteellisiä selityksiä. (Vosniadou ym. 2001, 381—390.)

Ojalan (1993, 1997) mukaan käyttökelpoisen tieteellisen tiedon omaksumista edistävät huolellisesti valitut, erilaisia ilmiöitä havainnollistavat oppikirjatekstit ja kuvat. Ojalan mukaan oppikirjalla on monia tehtäviä. Se tutustuttaa oppilaat uusiin ajattelutapoihin, auttaa heitä ajattelemaan ja omaksumaan entistä kehittyneempiä käsityksiä, sekä välittää ajankohtaista tieteellistä näkemystä tiedosta (Ojala 1997, 96—98). Esimerkiksi planetaarisia ilmiöitä käsittelevien tekstien ja kuvien on oltava sellaisia, että ne ehkäisevät virheellisten mielikuvien syntymistä (Ojala 1993, 25—29).

Myös Mikkilä-Erdmannin (2001) mukaan oppikirjatekstien sisältö vaikuttaa merkittävästi käsitteiden muuttumiseen. Luonnontieteiden opetuksessa käytetään yleisesti oppikirjoja, joihin on pyritty sisällyttämään mahdollisimman paljon tieteellisiä faktoja. Ne tarjoillaan oppilaille tavallisesti muuttumattomina tosiasioina, eikä niitä kritisoida tai kyseenalaisteta millään tavoin. Oppikirjojen olisi pikemminkin autettava oppilaita havaitsemaan, tarkastelemaan ja vertailemaan ihmisten arkikäsitteiden ja tieteellisten käsitysten välisiä eroja. Tällainen metakäsitteellistä tietoisuutta edistävä teksti pyrkii aiheuttamaan kognitiivisen konfliktin oppilaiden vaihtoehtoisten käsitysten kanssa. Arkitiedon ja tieteellisen tiedon vastakohtaisuuden ajatus kulkee tekstin mukana koko ajan. Mikkilä-Erdmannin mukaan on kuitenkin vielä selvittämättä, millainen teksti edistää parhaiten käsitteiden muuttumista. (Mikkilä-Erdmann 2001, 243—246.)

Koulussa oppiminen ei perustu yksinomaan oppikirjoihin. Oppilaiden oppimiseen vaikuttaa myös heidän opettajiensa suhtautuminen luonnontieteiden opettamiseen. Woolnoughin (1994) mukaan opettajat suhtautuvat koulun luonnontieteiden opetukseen tavallisesti kahdella eri tavalla. Toisessa suhtautumistavassa opettajan tavoitteena on kehittää oppilaiden yleisiä valmiuksia kuten vuorovaikutustaitoja, itseluottamusta ja tieteen yhteiskunnallisen merkityksen ymmärtämistä (education through science). Toisessa suhtautumistavassa huomio kohdistetaan enemmän tieteen sisältöihin ja prosesseihin (education in science). Woolnough ei pidä lähestymistapoja välttämättä toistensa vastakoh-

tina, sillä yleisten valmiuksien tavoitteet sisältyvät usein tieteen sisältöjä korostavaan opetustapaan. (Woolnough 1994, 12.)

Onko sitten olemassa tietty opetustapa, joka olisi oppimisen kannalta kaikkein tuloksellisin? Leachin ja Scottin (1995, 2000) mukaan tällaista kaikkeen sopivaa opetustapaa ei ole. Luonnontieteiden opetuksessa tarvitaan sen sijaan useita erilaisia opetustapoja. Luonnontieteen ilmiöihin liittyy monia käsitteitä, ja oppija tarvitsee kunkin käsitteen ymmärtämiseen erilaista ajattelua. Myös oppilaiden arkitiedon ja tieteellisen tiedon väliset erot vaihtelevat aiheen mukaan. Jotkut aiemmat tiedot siis vastaavat paremmin tieteellistä tietoa kuin toiset. Jokaisella oppilaalla on Leachin ja Scottin mukaan tietty aihekohtainen oppimisen tarve (learning demand), joka vaikuttaa tieteellisten ajattelutavan omaksumiseen. Opettajan on hyödyllistä tietää oppimistarpeet jo etukäteen. Tällöin hän voi suunnitella opetuksensa siten, että välttyään mahdollisilta oppimisen ongelmilta. (Leach ja Scott 1998, 277; Leach ja Scott 2000, 44—45).

Opetussuunnitelma antaa käytännön opetustyölle sen toimintaa ohjaavat kehykset. Suomen Peruskoulun opetussuunnitelmien perusteissa (1994) määritellään valtakunnalliset opetuksen tavoitteet. Niiden mukaan luonnontieteiden opetuksessa on tärkeää ilmiöiden havaitseminen, peruskäsitteiden jäsentäminen sekä opitun tiedon soveltaminen. Opetuksen tulee perustua oppilaiden omaa aktiivisuutta sekä keskinäistä yhteistoiminallisuutta korostaviin työtapoihin. Luontoa ja sen ilmiöitä tutkittaessa on tavoitteena, että oppilaat oppivat ilmiöiden havainnointia ja havaintojen kirjaamista, kysymysten esittämistä ja asioiden vertailua sekä tulosten tulkitsemista, arviointia ja johtopäätösten tekemistä.

Opetussuunnitelman perusteissa korostetaan tiedon muuttuvaa luonnetta ja erilaisen informaation merkitystä. Tämän vuoksi on tärkeää, että oppilaat oppivat itse etsimään, arvioimaan, muokkaamaan ja soveltamaan tietoa sekä tuottamaan sitä itse. Tavoitteena ovat tällöin tiedonhankinnan ja elinikäisen oppimisen taidot (Tynjälä 1999, 67).

4.2 Oppimisympäristö ajattelun kasvualustana

Luonnontieteiden oppimisympäristö muodostuu luokkahuoneesta, opettajasta ja oppilaista, sekä luokan ulkopuolisesta todellisuudesta. Tässä kouluyhteisössä käytävää luonnontieteille ominaista keskustelua ohjaavat tavalla tai toisella opetussuunnitelman perusteet, mutta

opetuksen muodoista vastaa käytännössä opettaja henkilökohtaisine valintoineen. Ahteen (1998, 361) mukaan onkin tärkeää tutkia, millaisilla luokkahuonetilanteilla voidaan parhaiten kehittää ja tukea oppilaiden sosiaalistumista tieteelliseen yhteisöön.

Nykyään korostetaan oppilaiden omaa aktiivisuutta oppimistilanteissa. Vosniadoun, Ioannidesin, Dimitrakopouloun ja Papademetrioun (2001) mukaan oppimisympäristön tulisi tukea tätä aktiivista työskentelyä ja ohjata oppilaita ottamaan itse vastuuta oppimisestaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että oppilaat osallistuvat erilaisiin projekteihin, ratkaisevat monimutkaisia ongelmia, suunnittelevat ja toteuttavat kokeita sekä tekevät yhteistyötä toisten oppilaiden kanssa. Tällöin he toimivat eräänlaisina tutkijoina. Mutta pelkkä käytännön työskentelyreseptien kehittäminen ei yksinomaan riitä. Oppimisympäristön suunnittelua varten on myös tiedettävä, miten lapset oppivat luonnontieteitä ja tieteellisiä käsitteitä, ja mitä ongelmia oppimiseen liittyy. (Vosniadou ym. 2001, 383.)

Koulussa tehtävät luonnontieteelliset tutkimukset eivät välttämättä anna oikeaa kuvaa varsinaisten luonnontieteilijöiden tutkimuksista. Caravitan ja Halldénin (1994) mukaan niiden välillä on merkittäviä eroja. Opettaja valitsee useimmiten kouluopetuksessa tarkasteltavat aiheet ja päättää, mitä menetelmiä kokeissa ja tutkimisessa käytetään. Oppilaiden tehtävänä on toimia mahdollisimman tarkoin opettajan suunnitelman mukaisesti. Tutkijat puolestaan valitsevat aiheensa ja menetelmänsä itse usein yhteistyössä toisten tutkijoiden kanssa. Caravita ja Halldén ovatkin vakuuttuneita siitä, että oppilaat tiedostavat tutkimisen olevan vain eräänlaista peliä, jossa opettaja tietää jo etukäteen, millaisia tuloksia on odotettavissa. (Caravita ja Halldén 1994, 92—94.) Toisaalta koulun luonnontieteen opetusta ja luonnontieteiden tutkimusta ei voi verrata toisiinsa. Oppilailla ei välttämättä ole sellaisia omaehtoiseen tutkimiseen vaadittavia perustietoja ja -taitoja, joita he voisivat soveltaa eri tilanteissa, ja tiedeyhteisön ja koululuokan välisiä eroja aiheuttavat lisäksi mm. erilaiset päämäärät ja olosuhteet (Duit 1999, 265).

Mutta motivoiko luonnontieteiden opiskelu koululaisia? Reiss ja Tunnicliffe (1999) uskovat, että luonnontieteiden opetuksessa unohdetaan usein, mikä merkitys asioiden henkilökohtaisuudella on oppimiselle. Näennäisesti itsenäinen, mutta todellisuudessa opettajajohtoinen tutkiminen ei motivoi oppilaita, vaan tuloksena on pelkkää ulkoista suorittamista. Tämä on Reissin ja Tunnicliffen mukaan syynä siihen, miksi tutkivien opetusmenetelmien oppimistulokset ovat olleet melko heikot. (Reiss ja Tunnicliffe 1999,

14.) Cavalcante ja Newton (1997) puolestaan väittävät, että omakohtaisesta tutkimisesta on enemmän hyötyä silloin, kun opittavaan asiaan on jo tutustuttu jollain toisella tavalla.

Omakohmainen tutkiminen on siten vain eräs tapa oppia. Osbornen (1996) mukaan luonnontieteiden oppimisympäristön on tarjottava useita erilaisia menetelmiä, jotka palvelevat erilaisia oppimistavoitteita ja erilaisia oppilaita. Luonnontieteiden opetuksen on oltava orgaaninen ja joustava prosessi, jossa jokaisella osallistujalla on oma ja ainutlaatuinen tiedollinen elämäkertansa. Osborne kritisoi konstruktivismia siitä, että se torjuu ns. perinteisen luokkaopetuksen, johon kuuluu demonstroivaa, esittävää ja kertovaa opetusta. Osbornen näkemys on, että konstruktivistisessa opetuksessa tieteellisen tiedon luomiseen käytetään lähinnä yhteistoiminnallisia lähestymistapoja, kuten keskustelua ja neuvottelua. (Osborne 1996 Sormusen, Viirin ja Saaren 1997 mukaan.)

Millainen luonnontieteidenopiskelu sitten vetoaa oppilaisiin itseensä? Mm. Woolnough (1994) tiedusteli tätä asiaa eri ikäisiltä englantilaisilta oppilailta, ja saamiensa tulosten perusteella hän toteaa oppilaiden suhtautuvan opetukseen varsin konservatiivisesti. Useimmat oppilaat arvostivat enemmän hyvin jäsenneltyjä ja opettajajohtoisia oppitunteja kuin sellaisia tunteja, joissa heidän oletettiin toimivan itsenäisemmin. Oppilaiden mielestä erilaiset tieteelliset tutkimukset ja kokeet ovat tärkeä osa opiskelua, mutta niiden suunnittelun ja ohjeistuksen on oltava opettajan vastuulla. Opiskelun kiinnostavuuteen vaikuttivat mm. opetuksen laatu, aiheiden käytännöllisyys, omat tieteelliset harrastukset ja opettajan rohkaisevuus. Mitään sukupuolesta johtuvia eroja ei tutkimuksessa saatu esille, vaan tyttöjen ja poikien mielipiteet olivat jokseenkin samanlaisia. (Woolnough 1994, 33—35.)

Tuloksista voidaan kuitenkin tehdä erilaisia johtopäätöksiä. Jotkut oppisisällöt ja toteutettavat kokeet voivat olla sellaisia, etteivät oppilaat pysty tekemään niitä ilman opettajan selkeitä ohjeita. He saattavat tällöin ajatella, että luonnontieteiden tutkiminen on nimenomaan tämänkaltaista ohjeiden mukaan toimimista. Vastauksista voi näkyä myös tottuminen tiettyihin opetustapoihin. Oppilailla voi olla sisäistetty mielikuva luonnontieteisiin kuuluvista opiskelu- ja opetustavoista, jolloin uudet ja erilaiset käytänteet tuntuvat oudoilta ja ahdistavilta.

4.3 Sosiaalisen vuorovaikutuksen säteilyä

Oppiminen ei ole pelkästään älyllinen yksilösuoritus, vaan se on myös sosiaalisissa tilanteissa tapahtuvaa vuorovaikutuksellista toimintaa. Solomonin (1987, 63—64) näkemyksen mukaan yksilön on vaikea muotoilla ja ylläpitää omia ideoitaan tai tiedostaa niitä edes itse, ellei hän voi keskustella asioista toisten ihmisten kanssa. Solomon pitää sosiaalista ja kulttuurista vaikutusta niin suurena, että hän jopa kyseenalaistaa yksinomaan henkilökohtaisten ajatusten olemassaolon. Tynjälän (1999) mukaan oppija voi sosiaalisessa vuorovaikutuksessa tutustua ajatuksiinsa ikään kuin ulkopuolisena tarkkailijana. Hän voi saada pohdinnan aineksia ja sosiaalista tukea muilta yksilöiltä sekä antaa niitä vastavuoroisesti myös heille.

Opettajalla on vastuu siitä, miten toimiva hänen ja oppilaiden sekä oppilaiden keskinäinen vuorovaikutuskanava on. Woolnough (1994) kysyi oppilaiden mielipiteitä siitä, millainen on heidän mielestään hyvä luonnontieteiden opettaja. Oppilaiden vastauksista ilmeni, että he arvostivat sekä opettajan tiedollisia että vuorovaikutuksellisia kykyjä. Hyvä opettaja on heidän mielestään kiinnostunut aiheestaan ja sen opettamisesta, sekä tietää siitä riittävästi. Hän osaa liittää opittavan asian arkipäivään ja nivoa sen laajempaan kontekstiin. Hyvä opettaja antaa tarvittaessa yksilöllistä ohjausta. Hän on myös ystävällinen, muodostaa läheisen kontaktin oppilaidensa kanssa, ja haluaa varmistaa, että hänen oppilaansa todella oppivat. (Woolnough 1994, 44.)

Woolnoughin tutkimien oppilaiden näkemykset vastaavat Wattsin ja Jofilin (1998) kuvaamaa kriittistä konstruktivistista opetustapaa. Sen mukaan opettajan on kiinnitettävä huomiota opetuksessa opettavien asioiden määrän sijaan niiden laadulliseen sisältöön. Opettajan on myös oltava kiinteässä vuorovaikutuksessa oppilaidensa kanssa, otettava heidät huomioon yksilöinä ja rohkaistava heitä toimimaan yhdessä. Opetuksen lähtökohtana ovat oppilaiden omat käsitykset, joita he voivat opetuksen myötä työstää tieteellisiä näkemyksiä vastaaviksi. Opettajan on suunniteltava oppimisympäristö siten, että se mahdollistaa erilaiset tieteelliset lähestymistavat. Opettajan on myös kerrottava oppilailleen tieteellisen tiedon moniselitteisestä, kokeilevasta ja epävarmasta luonteesta. (Watts ja Jofili 1998, 175.)

Mikä merkitys oppilaiden keskinäisellä vuorovaikutuksella sitten on? Yleisesti ajatellaan, että useampien yksilöiden aivoriihi tuottaa monipuolisempia näkökulmia,

enemmän pohdintaa ja parempia oppimistuloksia jokaiselle osallistujalle. Reiss ja Tunnccliffe (1999) eivät kuitenkaan ole tästä täysin vakuuttuneita. Heidän mukaansa jotkut luonnontieteen käsitteet opitaan parhaiten yhteistoiminnallisesti, mutta toisten käsitteiden omaksuminen vaatii pikemminkin omakohtaista ajattelua ja reflektiota. Opettajan on tunnettava oppilaidensa yksilölliset oppimistyyliä, jolloin hän voi valita, käytetäänkö yhteistoiminnallista vai yksilöllistä opiskelua. Ryhmissä työskentely saattaa käytännössä perustua myös ihan muihin kuin pedagogisiin periaatteisiin. Reissin ja Tunnccliffen mukaan karu totuus on se, että oppilaat joutuvat toisinaan työskentelemään ryhmissä ainoastaan sen vuoksi, ettei koulun tutkimusvälineitä riitä jokaiselle. (Reiss ja Tunnccliffe 1999, 15.)

5 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella suomalaisten peruskoululaisten käsityksiä kasvien kasvamisesta ja ravinteiden otosta. Aineistosta pyritään etsimään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaisia käsityksiä lapsilla on kasveista ja niiden kasvamisesta?
 - 1.1 Millaisia merkityskategorioita lasten käsityksistä voidaan muodostaa?
 - 1.2 Miten eri-ikäisten lasten käsitykset eroavat toisistaan?

2. Miten opetuksen vaikutus näkyy lasten ajattelussa?

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

6.1 Fenomenografinen laadullinen tutkimus tutkimusotteena

Lasten käsityksiä on hyödyllistä lähestyä lähinnä laadullisen tutkimuksen näkökulmasta, koska kunkin yksilön ajattelu on hyvin henkilökohtaista ja erityistä. Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan laadullisessa tutkimuksessa pyritään kuvaamaan ja ymmärtämään tapahtumia ja toimintoja, tai antamaan teoreettisesti mielekäs tulkinta jostakin ilmiöstä. Tapausten määrä on pienempi kuin määrällisessä tutkimuksessa, mutta niitä pyritään käsittelemään mahdollisimman perusteellisesti. (Eskola ja Suoranta 1998, 18, 61.) Alasuutari (1998, 75) pitääkin laadullisen aineiston ominaispiirteinä ilmaisullista rikkautta, monitasoisuutta ja kompleksisuutta.

Tutkimuksessa havaintojen tekemistä täytyy ohjata tietty, eksplisiittisesti määritelty näkökulma eli viitekehys (Alasuutari 1995). Tämän tutkimuksen viitekehysten muodostaa fenomenografinen tutkimusote. Fenomenografia tutkii ihmisten käsityksiä eri ilmiöistä, joten se soveltuu hyvin oppimisen tutkimiseen (Syrjälä, Ahonen, Syrjäläinen ja Saari 1995). Syrjälä ym. korostavat, että ”fenomenografinen tutkimus herkistää opettajaa oppilaittensa ajattelulle ja tekee mahdolliseksi opettajan ja oppilaan käsitysten avoimen vuorovaikutuksen” (s. 115). Fenomenografiassa ihminen nähdään rationaalisena olentona, joka selittää asioita ja tapahtumia oman henkilökohtaisen tulkintansa kautta. Huomion kohteena on nimenomaan ihmisen elämismailma, joka on rakentunut häntä ympäröivän todellisuuden pohjalta. (Syrjälä ym. 1995).

Fenomenografit pitävät ilmiötä ja käsitystä saman asian eri puolina. Ilmiö on kokemus, jonka ihminen saa ulkoisesta tai sisäisestä maailmasta. Saamansa kokemuksen perusteella ihminen rakentaa käsityksen. Koska ilmiö ja käsitys ovat samanaikaisia, niitä ei voi erottaa toisistaan. Tämän vuoksi tutkija perehtyy tutkimushenkilöiden ajatuksiin vuorovaikutuksessa heidän kanssaan. (Syrjälä 1995, 122.)

Gröhnin ja Jussilan (1992) mukaan fenomenografiseen tutkimukseen sopivia tutkimusmenetelmiä ovat havainnointi, haastattelu tai kirjallisen materiaalin käyttö (esim. aineet tai avoimet vastaukset). Oppimista tutkittaessa ei riitä, että tietää, mitä faktoja oppijalle on jäänyt mieleen. Sen sijaan on tärkeä selvittää, miten oppija on ymmärtänyt asian, ja mikä on opittavan sisällön merkitys. Oppimisen muutos on siis nähtävä laadullise-

na muutoksena, mikä tarkoittaa käsitteiden muuttumista. Koska oppimista pidetään tilannesidonnaisena, myös oppimisympäristöön ja kysymysten muotoiluun on kiinnitettävä huomiota. (Gröhn ja Jussila 1992, 14—15, 18.)

Fenomenografisen tutkimuksen toteuttamiseen vaikuttaa myös käsitys tiedon alkuperästä. Syrjälän ym. (1995) mukaan fenomenografiassa vaikuttaa humanistisen tutkimuksen traditio. Ihmisen ajattelu ja toiminta ovat sen mukaan niin “kokonaisvaltaisia, monisäikeisiä ja subjektin tietoisuuteen kytkeytyviä”, ettei niitä voi ositella muuttujiin, joista tehdään analyyttisiä johtopäätöksiä.

Teoria ja aiemmat tutkimukset kuuluvat kuitenkin erottamattomasti tutkimusprosessiin. Kun tutkija on perehtynyt teoriaan, hän kykenee tekemään tarkoituksenmukaisia kysymyksiä ja erottelemaan käsitysten elementtejä toisistaan esimerkiksi haastattelun aikana. Fenomenografisessa tutkimuksessa teoria muokkautuu tutkimuksen kuluessa vuorovaikutuksessa aineiston ja muiden teorioiden kanssa. (Syrjälä ym. 1995, 121—123.)

Syrjälän ym. (1995) mukaan fenomenografia eroaa muusta käsitystutkimuksesta siinä, että sen kiinnostuksen kohteena ovat nimenomaan käsitysten sisällölliset erot. Tutkija tulkitsee tutkimushenkilöiden puheita tai muita ilmaisukeinoja ja niiden merkityksiä. Tämän jälkeen hän päättelee käsitysten teoreettista merkitsevyyttä ja eroja, ja järjestellee niitä kategorioihin. Merkityskategoriat voidaan usein vielä yhdistellä eri tasoiksi kokonaisuuksiksi, ts. ylätasoin ja alatasoin kategorioihin. (Syrjälä 1995, 126—128.)

6.2 Tutkimuskohteen kuvaus

Tulevana luokanopettajana minua kiinnostaa erityisesti peruskoulun 1—6-luokkien oppilaiden käsitykset, joten päätin sen vuoksi tarkastella nimenomaan tätä ikäryhmää. Mahdollista kehityksellistä sekä oppimisesta/opetuksesta johtuvaa muutosta edustamaan valitsin tutkimuskohteekseni keskisuomalaisia 2. (8—9 v.), 4. (10—12 v.), ja 6. (12—13 v) luokan oppilaita, kaksi luokkaa kultakin luokka-asteelta. Tutkimukseen osallistui yhteensä 120 oppilasta (ks. Taulukko 1).

TAULUKKO 1. Tutkimushenkilöiden lukumäärä

LUOKKA-ASTE	OPPILAITA, lkm
2. luokka	42
4. luokka	37
6. luokka	41
	Yht. 120

Toisen luokan oppilailla on takanaan jo yksi ehyt kouluvuosi ja osa toistakin, joten heidän voi olettaa pystyvän ilmaisemaan ajatuksiaan myös kirjallisesti. Neljännen ja erityisesti kuudennen luokan oppilailla on pitkä kouluhistoria, ja he ovat jo vanhempia, joten minua kiinnosti nähdä, ovatko heidän käsityksensä erilaisia verrattuna nuorempien oppilaiden käsityksiin.

6.3 Aineiston kokoaminen

6.3.1 Lomaketutkimus

Käytin lomaketutkimusta haastattelujen esivaiheena. Tietojen kerääminen lomakkeella on varsin nopeaa, ja sillä voidaan koota laajempi tutkimusaineisto kuin pelkkien haastattelujen avulla. Lomaketutkimus ei ole vain määrällisen tutkimuksen menetelmä, jolla saadaan joukko standardoituja määrällisiä tietoja ja niistä laskettuja tilastollisia jakaumia. Menetelmä soveltuu myös laadulliseen tutkimukseen. Laadullisesta aineistosta voidaan analysoida määrällisiä suhteita, kuten prosenttiosuuksia ja eri tekijöiden välisiä yhteyksiä, mikäli tapauksia on riittävästi. Tällöin laadullinen ja määrällinen tutkimus eivät ole toistensa vastakohtia, vaan eräänlainen jatkumo. (Alasuutari 1995, 173.)

Tutkimuksessa oli tarkoituksena laatia lomake, jossa vastaajan oma ajattelu näkyy mahdollisimman hyvin (Liite 1). Tämän vuoksi tehtävässä on vain vähän tekstiä. Lomakkeen ensimmäisellä sivulla on kuva päivänkakkaran taimesta sekä kukkivasta päivänkakkara-

rasta. Lapset saivat piirtää ja kirjoittaa ajatuksiaan lomakkeelle, ja työskentelyn virittäjänä oli seuraavanlainen tehtävä:

“ Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi. Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.”

Lomakkeen toiselle sivulle kirjattiin sukupuoli, ikä ja luokka. Lisäksi lomakkeella kyseltiin muutamia taustatietoja. Lapset merkitsivät annetuista vaihtoehdoista sen lähteen, mistä ovat omasta mielestään saaneet parhaiten tietoja kasveista. He merkitsivät rasteilla myös ne kasvien kasvattamiseen liittyvät asiat, joista heillä on kokemuksia. Omien kokemusten osiota käytettiin lähinnä keskustelun virittäjänä haastattelujen alussa.

Testasin lomakkeen toisen luokan oppilailla ennen varsinaista tutkimusta. Koska lomake mittasi tässä esitutkimuksessa tutkimuksen kannalta oleellisia tietoja tarkoituksenmukaisesti, liitin testausaineiston tutkimukseni osaksi.

Lomakkeen täyttämiseen ohjeistuksineen kului aikaa n. 15—45 minuuttia. Suurin osa oppilaista halusi värittää tuotoksensa, mikä lisäsi käytetyn ajan määrää. Kuudennen luokan oppilaat olivat keskimäärin nopeimpia, ja toisen luokan oppilaat käyttivät vastaavasti eniten aikaa työskentelyynsä. Lasten välillä oli luonnollisesti myös yksilöllisiä eroja.

6.3.2 Haastattelu

Haastattelu sopi hyvin tämän tutkimuksen toiseksi tiedonhankintamenetelmäksi, koska sen avulla voitiin rikastaa lomakkeilta saatuja tietoja. Päätelmät lasten ajattelusta eivät tällöin perustuneet ainoastaan heidän piirtämis- ja kirjoittamistapojensa varaan. Gall, Borg ja Gall (1996, 289) perustelevat haastattelun käyttöä myös siksi, että se tavoittaa lomakekyselyä paremmin yksilön syviä mielipiteitä ja tunteita.

Syrjälä ym. (1995) pitävät haastattelua fenomenografisen tutkimuksen perusmenetelmänä sen vuorovaikutteisuuden vuoksi. He kuitenkin korostavat, että vuorovaikutuksen tulee olla keskustelunomaista ja luottamuksellista. Haastattelijan on tiedostettava omat lähtökohdansa, ja annettava haastateltavan ajatuksille arvoa olemalla aktiivinen kuuntelija. (Syrjälä ym. 1995, 136—137.) Fenomenografisessa tutkimuksessa käytettävä haastattelu

eroaa Hirsjärven ja Hurmeen (2000) mukaan tavanomaisesta haastattelusta siinä, että haastattelijan tarkoituksena on herättää haastateltavassa uudenlaista tietoisuutta tutkittavasta ilmiöstä. Hän siis saattaa haastateltavan pohtimaan omaan tietämykseensä vaikuttavia asioita, ja tulkitsee haastateltavan kokemuksia. (Hirsjärvi ja Hurme 2000, 168—169.)

Erityyppisistä haastattelumenetelmistä tähän tutkimukseen soveltui parhaiten Hirsjärven ja Hurmeen (1985, 2000) teoksissa esitelty teemahaastattelu. (Ks. myös Syrjälä ym.1995; Eskola ja Suoranta 1995). Teemahaastattelu on rakenteeltaan puolistrukturoitu. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisessa haastattelussa käytetään samoja yhteisiä teemoja, mutta kysymykset voivat vaihdella tilanteen mukaan. Haastattelun keskeisiä elementtejä ovat ihmisten asioista tekemät tulkinnat ja heidän niille antamansa merkitykset. Teemahaastattelulla voidaan Hirsjärven ja Hurmeen mukaan tutkia kaikkia yksilön kokemuksia, ajatuksia, uskomuksia ja tunteita. (Hirsjärvi ja Hurme 2000, 47—48.)

Haastatteluihin osallistui yhteensä 17 oppilasta (ks. taulukko 2). Haastatteluja varten jokainen oppilas sai kotiväelle vietäväksi lomakkeen, johon huoltaja merkitsi, saako hänen lastaan haastatella vai ei (Liite 2). Haastattelin lapsia koulun kirjastossa koulupäivän aikana, ja tallensin aineiston kasettinauhurin avulla. Yksittäisen haastattelun kesto oli keskimäärin noin 20 minuuttia. Tutkimustuloksia käsittelevässä luvussa lasten nimet on muutettu, joten heidän oikea henkilöllisyytensä on vain tutkijan tiedossa.

TAULUKKO 2. Haastatteluihin osallistuneiden oppilaiden lukumäärä.

LUOKKA-ASTE	OPPILAITA, lkm
2. luokka	5
4. luokka	6
6. luokka	6
Yht.	17

Haastatteluteemojen valinnassa käytin hyväkseni niitä tuotoksia, joita lapset tekivät lomakkeelle.

* Lomakkeelle tehtyjen kirjoitusten ja piirrosten selittäminen ja kuvailu:

- miten piirretty/kirjoitettu asia (mm. multa, aurinko) vaikuttaa kasvien kasvamiseen
- miten kasvi saa mainitut asiat käyttöönsä
- mikä henkilön mainitsemista asioista on kasvin tärkein kasvutekijä

* Ilmaisun tarkentaminen

- mitä muuta henkilö voisi ajatella kasvien käyttävän mainitsemiensa asioiden lisäksi
- mistä henkilön ajatukset ovat peräisin

6.4 Aineiston analysointi

Käytin tutkimuksessa menetelmällistä triangulaatiota, sekä lomakekyselyä että haastattelua, jotta sain kootuksi laajemman tutkimusaineiston kuin esimerkiksi pelkkien haastattelujen avulla. Koska lomakekysely suoritettiin ajallisesti ensin, täytyi siitä saatuja tietoja analysoida ennen teemahaastatteluvaihetta. Luokittelin lasten kasvikäsityksiä alustavasti tiettyihin samankaltaisiin kategorioihin, joita kirjoituksista ja piirroksista nousi esille.

Syrjälän ym. (1995) mukaan fenomenografisen laadullisen tutkimuksen analyysi pyrkii tulkitsemaan ajatuksellista kokonaisuutta, sillä vain näistä kokonaisuuksista voidaan löytää merkityksiä. Analyysin edellytys on se, että tutkija on samalla kertaa tietoinen sekä tutkimuksensa teoreettisista lähtökohdista että aineiston ominaisuuksien ominaispiirteistä. Yksittäinen tulkittu merkitys voi jo sinänsä muodostaa kategorian, mutta tutkija voi myös pelkistää ja yhdistellä samankaltaisia merkityksiä toisiinsa. (Syrjälä 1995, 143—147.)

Päätelmien tekemisessä voi olla myös ongelmia, mikäli tutkijalla ei ole selkeää tutkimusmetodia. Alasuutarin (1995, 72—73) mukaan tutkija tarvitsee tuekseen eksplisiit- tisesti määritellyn tutkimusmetodin, joka säätelee havainnoista tehtäviä päätelmiä. Jos metodia ei ole, tutkimus voi muuttua tutkijan omien ennakkoluulojen todisteluksi.

Lomaketutkimuksen tulokset ja toisaalta vanhempien antamat haastatteluluvat vaikuttivat teemahaastatteluun kutsuttavien valintaan. Koska lomakkeille tehdyt tuotokset

olivat sisällöltään hyvin eritasoisia, pyrin valitsemaan haastateltavat siten, että sain esille mahdollisimman monipuolisia, erilaisia ja kiinnostavia näkemyksiä. Valitettavasti en kuitenkaan voinut haastatella kaikkia niitä lapsia, joita olisin halunnut. Rajoittavina tekijöinä olivat haastatteluihin käytettävä aika sekä vanhemmilta saadut haastatteluluvat/-kiellot. Jotkut vanhemmat olivat kirjoittaneet lapulle, että kielteinen päätös johtui lapsen mielipiteestä eikä suinkaan vanhemman omasta suhtautumisesta. Lapsen mielipidettä on mielestäni syytä kunnioittaa, sillä vastahakoisen haastateltavan kanssa työskentely on varsin hankalaa.

Tässä tutkimuksessa oli mielestäni hyvin tärkeää, että haastattelin lapsia itse. He pystyivät lisäkysymysten avulla tarkentamaan vastauksiaan siten, että sain enemmän tietoa heidän ajatuksistaan. Hirsjärvi ja Hurme (2000, 136) korostavat haastatteluaineiston analysoinnin tilannekohtaisuutta. Analyysi alkaa usein jo haastattelutilanteessa, lähellä aineistoa ja kontekstia. Jos tutkija on itse haastattelijana, hän voi samalla havainnoida ja luokitella tutkimuksensa kannalta oleellisia tietoja.

Hirsjärvi ja Hurme (2000) pitävät haastattelututkimuksen ja kvantitatiivisten tutkimusten analyysien erona sitä, että aineisto säilyy tutkimuksen eri vaiheissa sanallisessa muodossa. Aineisto on analyysiä varten siis kirjoitettava tekstiksi eli litteroitava. Tutkimustekstin luonne vaikuttaa siihen, miten tarkkaa litterointia tarvitaan, mutta tekstejä tulee litterointitekniikasta riippumatta lukea tulkinnallisina kokonaisuuksina. (Hirsjärvi ja Hurme 2000, 138—143.) Koska tässä tutkimuksessa tutkittiin varsinaisen kielen sijaan käsityksiä, en merkinnyt litterointeihin tarkkoja äänenpainoja osoittavia merkintöjä tms., vaikka kirjoitinkin keskustelut sana sanalta.

Analysoin tekstejä Hirsjärven ja Hurmeen (2000, 169) teoksessa mainittujen periaatteiden mukaisesti. Pyrin fenomenografisen tutkimuksen edellyttämällä tavalla pääsemään selville tutkimushenkilön ajattelun sisäisestä rakenteesta ja hänen kasvien kasvamiselle antamistaan tulkinnoista ja merkityksistä. Keskusteluihin sisältyi luonnollisesti varsinaisen tutkimuksen kannalta epäolennaista tekstiaineistoa, minkä jätin analyysissä huomioimatta.

6.5 Tutkimuksen luotettavuus

Laadullisen tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavat erilaiset kriteerit kuin määrällisessä tutkimuksessa. Syrjälä ym. (1995) korostavat sitä, ettei laadullisen tutkimuksen luotettavuus selviä tutkimusta toistamalla. Esimerkiksi jokainen haastattelutilanne on oma ainutkertainen tapahtumansa, ja uuden tutkimuksen avulla saadaan vain tarkempaa tietoa tutkittavasta asiasta. (130—131.) Hirsjärvi ja Hurme (2000) puolestaan tähdentävät, että tutkimuksen on kuitenkin pyrittävä paljastamaan tutkittavien maailmaa mahdollisimman hyvin, vaikkei objektiivisen totuuden löytämistä kuvaavia validiuden ja reliaaбелиuden käsitteitä tutkimuksessa välttämättä sovellettaisikaan.

Fenomenografiselle tutkimukselle on olemassa myös omia luotettavuuskriteerejä. Fenomenografisessa tutkimuksessa aineiston ja siitä tulkittujen merkityskategorioiden luotettavuus on Syrjälän ym. (1995) mukaan otettava huomioon sekä aineiston hankkimisen että kategorioiden muodostamisen eli johtopäätösten vaiheessa. Luotettavuutta kuvaavat niiden aitous ja relevanssi. Aineistoa voidaan pitää aitona silloin, kun se koskee tutkijan ja tutkittavien kannalta samaa asiaa. Aineisto on myös relevanttia, ts. tiettyjen vaatimusten mukaista, kun se vastaa tutkimuksen ongelmanasettelun taustalla vaikuttavia teoreettisia käsitteitä. Aidot merkityskategoriat vastaavat tutkittavien tarkoittamia merkityksiä, eikä tutkija ole esimerkiksi ylitulkinnut tutkimushenkilöiden ilmaisuja. Kategorioiden relevanssi puolestaan merkitsee sitä, että kategoriat ilmentävät tutkimuksen taustateorian mukaista linjaa. (Syrjälä ym. 1995, 130—131.)

Lomakkeelle kirjoitettuja ja piirrettyjä asioita voidaan mielestäni pitää luotettavina osoituksina lasten sen hetkisestä ajattelusta. Kävin itse jakamassa lomakkeet luokkiin, joten pystyin vaikuttamaan siihen, että tehtävänanto oli jokaisessa luokassa samanlainen. Ensin keskustelimme hieman erilaisista kasveista, ja oppilaat saivat kertoa, mitä erinimisiä kasveja he tuntevat. Mietimme myös sitä, miltä heidän mainitsemansa kasvit näyttävät. Sen jälkeen luin lomakkeen tehtävän, ja jaoin paperit. Korostin erityisesti sitä, että jokaisen omat ajatukset ovat tärkeitä tehtävän suorittamisessa. Vältin mainitsemasta millään tavoin kouluopetusta. Tällöin lapsille ei tullut sellaista mielikuvaa, että heidän edellytetään muistavan koulussa käsiteltyjä asioita. Oppilaat pitivät tehtävää helppona, ja työskentely sujui odotusten mukaisesti.

Haastattelut onnistuivat pääsääntöisesti varsin hyvin, ja ne noudattivat ennalta suunniteltuja teemoja. Haastattelussa lapsilla oli tukena omat lomakkeensa, joista he selittivät piirtämäänsä ja kirjoittamiaan asioita. Kuudesluokkalaiset olivat kaikkein kriittisimpiä omista vastauksistaan. Jotkut heistä ajattelivat vastausten edellyttävän asioiden muistamista eikä suinkaan heidän omia ajatuksiaan. Tämä hankaloitti haastattelua jonkin verran, sillä kahden haastateltavan yleisimpiä vastauksia olivat “en tiedä” ja “en muista”. Tavallisuudesta poikkeava tilanne lienee osaltaan vaikuttanut asiaan. Koska valitsin haastateltavat lomakkeiden perusteella, minulla ei ollut ennakkotietoja heidän luonteenpiirteistään eikä suhtautumisestaan uusiin tilanteisiin.

Haastattelujen jälkeen tekstejä litteroidessani huomasin, että minulta oli jäänyt huomaamatta joitakin vastauksia, joita minun olisi ehdottomasti kannattanut tarkentaa lisäkysymysten avulla. Olennaisimmat seikat, ja jokaisen omat käsitykset tulivat kuitenkin esille haastattelujen aikana. Siksi pidän ajatuksia tilanteen huomioon ottaen luotettavasti ilmaistuina.

Toisaalta voidaan kysyä, voidaanko käsityksiä edes tutkia luotettavasti? Tämä kysymys herää väistämättä, kun tutustuu sosiokulttuuriseen näkökulmaan oppimisesta (Säljö 2001). Säljön mukaan voimme tutkia ihmisen puhetta, kirjoittamista ja toimintaa (=fyysisiä ja kommunikatiivisia käytänteitä), jotka ovat hyvin tilannesidonnaisia. Säljö uskoo tilanteiden vaikuttavan tutkimushenkilöihin niin paljon, etteivät eri menetelmillä saadut tiedot vastaa todellisuudessa heidän ajatusmaailmaansa ja käsitteiden ymmärtämistä. Ajattelu on hänen mukaansa sisäinen prosessi, ja esimerkiksi puhe sen sijaan sisäinen toiminto. Säljö pitää koulussa järjestettäviä kokeita eräänä tilannesidonnaisuuden esimerkkinä. Hänen mukaansa niiden vastauksista ei voi välttämättä päätellä yksilön ajattelua. (Säljö 2001, 115—116, 118.)

On totta, että ihminen ja hänen ajatuksensa jäävät aina osittain tuntemattomiksi toisille ihmisille. Tämänkin tutkimuksen tarkoituksena on kuitenkin raottaa tuota tuntemattomuuden esirippua, ja pyrkiä mahdollisuuksien rajoissa löytämään jotain aitoa ja oleellista. Ajattelun ja oppimisen tutkiminen palvelee opetuksen kehittämistä ja tämän kautta edelleen aktiivisia oman elämänsä rakentajia, oppijoita.

7 TULOKSET

7.1 Lasten käsityksiä kuvaavat merkityskategoriat

7.1.1 “Se tarvii vettä ja valoa”

Tämä kategoria edustaa selvästi lasten kokemuksiin perustuvaa arkikäsitystä. Melko moni lapsi (51 oppilasta 120:stä) on vakuuttunut siitä, että kasvi tarvitsee kasvaakseen vain aurinkoa ja vettä (Liite 3). Eräs neljäsluokkalainen selitti tapahtuman olevan analoginen ihmisten ravinnonoton kanssa: *“Kasvit tarvitsevat kasvamiseen vettä. Ne saavat sitä kun sataa, tai kun niitä kastellaan. Kasvit tarvitsevat myös auringon valoa. Sitä ne saavat kun paistaa aurinko. Samoin kuin ihmiset tarvitsevat ruokaa ja juomaa kasvaakseen ja elääseen.”* Toisen luokan oppilaista yli puolet eli 57 % ajatteli, että aurinko ja vesi riittävät kasvin kasvulle. Neljännen luokan oppilaista vajaa puolet, 48 %, oli samaa mieltä, ja kuudennen luokan oppilaista kasvien kasvua perusteli tällä tavoin 22 % eli noin joka viides oppilas.

Omien kokemusten vaikutusta havainnollistavat piirroksot ja tekstit. Aurinko on piirretty jokaiselle lomakkeelle kasvin yläpuolelle “taivaalle”. Joillakin lomakkeilla pelkkä auringon kuva osoittaa sen merkitystä, mutta toisilla lomakkeilla ajatusta on selvennetty vielä kirjoituksin. Yleisimmin mainittu auringosta saatava hyöty on siitä tuleva valo. Tähän kategoriaan kuuluvien toisen luokan oppilaiden vastausten mukaan kasvi tarvitsee *“aurinkoa”, “auringonvaloa”, “että aurinko paistaa”*. Neljännen luokan oppilaiden lomakkeilla mainitaan lisäksi *“auringonsäteitä”, “elinvoimaa auringon lämmöstä”, “[auringosta] lisää elämää”*, *“aurinko tekee terää”*. Kuudesluokkalaisten lomakkeissa mainitaan vielä, että *“aurinko paistaa ja antaa kukalle terveellisiä säteitä”* ja että *“Aurinko auttaa kasvia kasvamaan. Valo on elintärkeää.”* Eräs kuudesluokkalainen kirjoitti lomakkeelleen sanan *“energiaa”*, mutta kuvasta ei ilmene, mistä tuo energia on peräisin. Energian käsitteeseen palataan vielä päätelmiä käsittelevässä luvussa.

Vesi on kuvattu tulemaan kasviin tavallisesti ylhäältä joko sadepilvestä tai kastelukannusta. Arkielämässä tilanne on nimenomaan tämänkaltainen. Voimme käytännössä nähdä vain sen, mitä tapahtuu maanpinnan yläpuolella. Tämä ei kuitenkaan merkitse sitä, että lapsilla olisi kasvien veden otosta jotenkin omaperäisiä käsityksiä. Haastatteluissa tuli

ilmi, että jokaisella lapsella oli ns. oikea (= opittu) käsitys siitä, mitä kautta kasvi saa otettua veden.

“No maa kastuu ja juuret saa juomista.”

- Tiina 2. lk

“Se [vesi] kun menee tänne juuriin, niin se imeytyy tuonne lehtiin ja kukkaan.”

- Ville 2. lk

“No se, kato, kun sataa ni sitte tuonne lähistölle tulee, ni se ottaa juurilla maasta sitä vettä. Ainakin minun muistaakseni.”

- Eero 4.lk

“Sateen se ottaa silleen, kun se tippuu maahan ja se ottaa sen sieltä juurillaan.”

- Jani 6. lk

Maata ei kukaan tähän käsityskategoriaan luokitelluista vastaajista mainitse. Maa/multa voi olla eräänlainen itsestäänselvyys. Kasvit kasvavat tietenkin maassa, mutta käytännössä ne omien kokemusten mukaan tarvitsevat aurinkoa ja vettä. Kotonakin sisällä olevat viherkasvit sijoitetaan ikkunan lähelle. Kuten mm. neljännellä luokalla oleva Elina kertoo haastattelussa: *“[aurinkoa] siihen kasvamiseen, ja vettä sitten niin kun juo, kun paistaa aurinko.”* Hänkään ei usko kasvin tarvitsevan mitään muuta kasvamiseensa: *“No ei nyt tuu [mieleen].”*

7.1.2 “Valoa ja vettä, ja multa antaa sille paikan”

Edellisen kategorian muodostavien tekijöiden lisäksi tässä kategoriassa korostui se, että kasvi tarvitsee kasvaakseen myös maata/multaa. Tämä käsitys oli selkeästi yleisin nuorimilla lapsilla. Heistä kymmenen oppilasta (n. 24 %) ajatteli kasvin kasvun perustuvan näihin tekijöihin. Neljännen luokan oppilaista enää neljä (n. 10 %) oli samaa mieltä, ja vain yksi kuudennen luokan oppilas (n. 2 %) ajatteli tällä tavalla. Eräs toisen luokan oppilas

piirsi ja kirjoitti lomakkeelleen seikkaperäisen selostuksen kasvin kasvamisesta (Liite 4).
“Kasvi tarvitsee kasvaakseen lämpöä, valoa, vettä ja multaa. Kasvi saa lämpöä ja valoa auringolta. vettä sateelta ja multaa sille annetaan. Kasville tulee ensin juuret, sitten varsi ja lehdet. Sitten se saa kukan nupun, ja viimein aidon kukan.”

Mutta mikä merkitys mullalla sitten on kasville? Haastatteluissa kävi ilmi, että ainakin toisen luokan oppilaat pitivät multaa nimenomaan kasvien kasvupaikkana.

“No eihän ne nyt ilmassakaan kasva. Se [multa] pitää vettä siellä ja kaikkee. ...Juuria varten. On niin kuin juurten paikoilla.”

- Ville 2. lk

“Että se kasvi juurtuu siihen multaan, että se antaa sille paikan.”

- Pekka 2. lk

Tämä kategoria perustuu edellisen tavoin vielä selvästi omille kokemuksille. Kotona kasvit istutetaan mullalla täytettyihin ruukkuihin, joissa ne voivat kasvaa. Eräs toisluokkalainen oli piirtänyt lomakkeelleen kasvin viereen multasäkin, ja toinen puolestaan multakan ja ruukun. Vastaava käsitys esiintyi erään neljäsluokkalaisten lomakkeelta: *“Kasvi kasvaa auringon ja veden voimasta. Kasvi tarvitsee myös varjoa. Kasvi tarvitsee hyvän kasvu- maaston, joka on multainen.”*

7.1.3 “Valoa, vettä ja maasta ravinteita”

Tämän kategorian mukaisesti maa ei ole ainoastaan kasvupaikka, vaan kasvi saa siitä kasvuunsa tarvitsemia aineita (Liite 5). Tämä käsitys oli sitä yleisempi, mitä vanhempia vastaajat olivat. Toisen luokan oppilasta vain kolme oppilasta mainitsi lomakkeellaan mullasta saatavat ravinteet. Neljännen luokan oppilaat olivat vakuuttuneempia ravinteiden merkityksestä. Heistä kahdeksan, eli noin 20 %, ajatteli kasvin kasvavan näiden tekijöiden ansiosta. Kuudesluokkalaisten enemmistö, 17 oppilasta eli noin 40 %, piti aurinkoa, vettä ja ravintoaineita kasveille olennaisimpina asioina. Tässä joitakin tähän kategoriaan luokiteltuja vastauksia:

- “Kasvi saa juuriensa kautta vettä ja ravintoa. Kasvi tarvitsee valoa.”* (tyttö, 2. lk)
- “Pieni taimi tarvitsee kasvamiseen vettä [ja] auringonvaloa. Taimi ottaa maasta juurillaan ravintoaineita.”* (tyttö, 2. lk)
- “Kasvi saa elinvoimaa ja energiaa auringosta. Kasvuvoimaa se saa ravinteista ja vedestä.”* (poika, 4. lk)
- “Kukka saa auringosta auringon säteitä ja mullasta ravintoa ja vettä.”* (tyttö, 4. lk)
- “Aurinko lämmittää, vesi kastelee, jotai ravinteita menee noita juuria pitki toho kasvii...”* (tyttö, 6. lk)
- “Kasvi ottaa veden sateesta ja ravinteet maasta.”* (poika, 6. lk) (Kuvaan on myös piirretty aurinko)

Aiemmista poiketen tässä kategoriassa yksi neljäsluokkalainen ja neljä kuudesluokkalaista mainitsi, että kasvi saa auringosta energiaa. Muiden mielestä auringon tärkein ansio on kasvin siitä saama valo ja lämpö.

Mutta mitä ne kasvin tarvitsemat ravinteet sitten ovat? Useimmista haastateltavista kysymys oli ainakin vastausten perusteella melko vaikea. Jokainen selitti, että kasvi kasvaa, kun se saa ravinteita. He eivät kuitenkaan osanneet selittää, mitä ravinteet ovat ja miten ne vaikuttavat kasvien kasvuun. Toisella luokalla oleva Suvi oli tietoinen kasvien ravintoainesten tarpeesta. *“Siellä mullassa on sitten kaikkee, mitä se [kasvi] voi käyttää ravinnoks.”* Hän ei kuitenkaan osannut vastata kysymykseen, mitä ravinteet ovat. *“No ei ihan heti tuu mieleen”*. Myös toisella luokalla olevalla Tiinalla oli käsitys ravinteiden merkityksestä. *“Maasta ravintoa, kun se on siellä mullassa.”* Hänkään ei osannut kertoa, mitä se ravinto oikeastaan on. *“No en siitä vielä niin hyvin tiää, kun en oo tonkinut maata.”* Tiinalla oli kuitenkin selkeä käsitys siitä, millaista maan ei pidä olla, ja millainen maa sen sijaan on sopiva kasveille. *“Mmm. Höyheniä. No eihä se siitä saa oikein ravintoa, sitä ravintoa höyhenistä. Maa pitää olla vähän kosteeta, ja multaa tai hiekkaa.”*

Neljäsluokkalainen Eero selitti, että ravintoaineet ovat *“Semmosia aika hyödyllisiä kasville ainaki. Semmosia osaks vettä, osaks semmosia ravintoaineita. Kaikenlaista.”* Neljäsluokkalaisen Pasiin käsityksen mukaan kasvi kasvaa suuremmaksi ravinteiden ansiosta. Hän mainitsee myös hiilidioksidin, mutta sen merkitys on hänelle epäselvä. Hän kertoo kasvien käyttävän ravinteita *“kasvamiseen ja siihen tulee sitä hiilidioksidia.”*

Kasvista. Eikös sitä niistä tuu? Ja ihmiset saa siitä happea... Jos ei olis ravinteita, niin ne ei sais ravintoo kasvaa sitä ylemmäs.”

Kuudennella luokalla olevalla Jennalla oli epävarma käsitys siitä, mitä ravinteet ovat: *No en mää oikeen osaa selittää. Jotakin, mitä se [kasvi] tarvitsee kasvamiseen. Se saa ne jotenkin juurien kautta silleen. Ne ravinteet menee sinne lehtiin ja varsiin ja kukkaan tietenkkin.”* Jennan ikätoveri Tuomas on yhtä varovainen lausunnoissaan: *“Ravinteita. Niin ja kaikkia muita, mitä tulee, esim. tällaisia (?) mitä nyt tulee, en mä tiää. Se [kasvi] ottaa niitä juurillaan.”*

Haastateltujen toisen luokan oppilaiden vastauksista voi päätellä, että he jollakin tavalla pitävät ravinteita ruokana, jota kasvi ottaa maasta. Sama seikka on havaittu myös muissa tutkimuksissa (Ks. mm. Bell 1995). Oma päättely ja kouluopetus voivat lisätä tällaisten käsitysten olemassa oloa. Jo alkuopetuksessa kasveja kutsutaan elollisiksi, joilla on samat tarpeet kuin muilla elävillä olennoilla, eläimillä ja ihmisillä. Myös neljännen ja kuudennen luokan oppilaiden ajatuksissa kasvien “syöminen” voi olla ravinnekäsityksen taustalla, vaikka esimerkiksi Pasi mainitseekin haastattelussa hiilidioksidin ja hapen. Asioiden tieteellinen ymmärtäminen on jäänyt kesken. Opettajalle tämä on jatkoa ajatellen hyvin tarpeellinen tieto. Tällaisen pulmakohtien tiedostaminen ja niihin opetuksessa paneutuminen voivat auttaa asioiden jäsentymisessä. Yllättävää kyllä, kukaan lapsista ei haastattelussa kuitenkaan pitänyt ravinteita kasville tärkeimpänä aineena. Kasvien ja niitä tutumpien eläinten vertailu voi aiheuttaa epäselvyyttä siitä, mitä hyötyä niistä ravinteista kasveille loppujen lopuksi on.

7.1.4 “Lisäks matoja tekemään onkaloita = happea”

Tähän kategoriaan luokitellussa neljässä lomakkeessa ilmeni käsityksiä kasvien ja muiden eliöiden välisestä vuorovaikutuksesta. Kaikki matojen ja kasvien välistä yhteyttä esittävät käsitykset olivat kuudennen luokan oppilaiden tuotoksia. Jokainen kirjoittaja ajatteli, että kasvi saa matojen tekemistä onkaloista happea, jota se tarvitsee kasvamiseen. *“Auringosta valoa. Vedestä ravintoa [kasvuun]. Kastemadot tekee onkaloita, joista kasvi saa happea, ja syö joitain olioita maan alta.”* (tyttö, 6. lk.)(Liite 6) Kuudesluokkalainen Maaria kirjoitti jokseenkin samanlaisia ajatuksia: *“Auringosta saa lämpöä ja vedestä...energiaa... Kaste-*

madot tekevät maahan onkaloita, jotta kasvi saa siitä happea.” Haastattelussa hän ei osannut sanoa, mitä hyötyä kasville on hapesta. Hän arveli kasvin käyttävän happea kasvamiseen, mutta ei uskonut hapen olevan samalla tavalla tärkeä sekä kasveille että ihmisille. Vesi oli hänen mielestään kasveille tärkeämpi aine kuin happi, koska: *“Se ei kasva [ilman].”*

Happea ja matojen maanalaista toimintaa ei voi käytännössä itse havaita. Käsitys hapen merkityksestä perustuu luultavimmin oppilaiden saamiin tietoihin, joita he ovat yhdistelleet arkikäsitteisiinsä. On totta, että kasvien juuret ja maassa oleva pieneliöstö tarvitsevat happea elintoimintojensa ylläpitoon, ts. hengitykseen. Maarian haastattelu kuitenkin paljastaa, ettei hänellä ole käsitystä kasvien hengityksestä. Toisetkin vastaajat ovat nähtävästi ottaneet tiedon vastaan loogisena tosiasiana, mutta tiedon ymmärtäminen, soveltaminen ja liittäminen omiin tietorakenteisiin on jäänyt puolittiehen, eräänlaiseksi ulkoa opituksi teesiksi. Myös auringon ja veden merkitys kasvin ravinteiden otolle on Maarialla muokkautunut omien kokemusten ja opittujen tietojen yhdistelmäksi.

7.1.5 “Valoa, vettä, multaa, ilmaa”

Tähän kategoriaan sisältyy edellisen tavoin kasveille tarpeellinen “näkymätön” aine, ilma. Se mainittiin neljässä lomakkeessa, jotka kaikki olivat toisen luokan oppilaiden tuotoksia (Liite 7). Haastatteluissa ilmeni, että ilma ei välttämättä merkinnyt haastateltaville esikäsitystä hiilidioksidista ja sen merkityksestä kasvien yhteyttämiselle. Ilma oli vastaajien mukaan kuitenkin kasvien kasvun edellytys. Kenties lapset tulkitsivat asiaa intentionaalisesti, oman itsensä kautta. Tämä liittyyne osaltaan opittuihin asioihin, sillä alkuopetuksen ympäristö- ja luonnontieteen kirjoissa ilman (= hapen) tarve liitetään elollisten yhteisiin ominaispiirteisiin.

Pekalla oli selvä käsitys ilman vaikutuksesta kasvin kasvunopeuteen: *“No se [kasvi] kasvaa sillon nopeemmin ja paremmin. Jos ei oo ilmaa, no, sit se ei kasva sen jälkeen enää ollenkaan.”* Hänen mukaansa kasvi saa ilman *“tällai juuriensa kautta”*, ja siitä on hyötyä kasville, koska *“ne [kasvit] juurtuu sitten”* (kun maassa on ilmaa).

Tiina ja Ville ovat puolestaan sitä mieltä, että aurinko ja ilma liittyvät jollakin tavalla toisiinsa. Tiina kertoo, että *“No se [aurinko] paistaa ja ne kukat kiertää sitä ravintoa ja*

happee. Jos ei olisi aurinkoa, niin *“ainakaan [kasvi] ei sais happea. Tai tuo kukka puhistaa hapen, että tää aurinko saa happee.”* Tiinan käsityksen mukaan aurinkokin on siis jollakin tapaa elävä olento. Ville on lausunnoissaan Tiinaa varovaisempi: *“Jos ei ois valoo, niin sehän [kasvi] ei kukkis ja sais niinku ilmaakaan, tai ehkä se ilmaa sais.”* Ville ei kuitenkaan osannut selittää, mihin kasvi käytännössä tarvitsee ilmaa. *“En oikeen tiää.”*

Ilman merkitystä kasvien ravinteiden ottoon ja kasvamiseen on vaikea selittää omien kokemusten perusteella. Lisäksi jokaisessa tähän kategoriaan luokitellussa lomakkeessa mainittiin nimenomaan ilma eikä happi. Tiina kuitenkin käytti termiä happi, kun hän selitti lomakkeelleen kirjaamiaan ja piirtämiään asioita. Alkuopetuksen luonnon- ja ympäristötieteen oppikirjoissa käsitellään sitä, että kasvit tuottavat happea ihmisille (Ks. mm. Luontokirja. Luonnontutkijan tietokirja 1—2). Lapset ovat ymmärtäneet, että ilma on tärkeää. Asia on ilmeisesti vaikuttanut niin monimutkaiselta, että lapset ovat muokanneet sen omalla tavallaan ymmärrettävään muotoon.

7.1.6 “Se on se yhteyttämisjuttu”

Tähän kategoriaan luokiteltujen vastausten perusteella voidaan päätellä, että vastaajat ovat jo jollakin tavalla omaksuneet tieteellisen näkemyksen kasvien ravinteidenotosta. Sana “yhteyttäminen” esiintyy vain yhdellä lomakkeella, mutta haastatellut henkilöt käyttivät sitä termiä, kun he selittivät piirtämiään asioita. Ainoastaan 4. ja 6. luokan oppilaat selittivät kasvien kasvua tämän kategorian mukaisesti. Neljänneltä luokalta heitä oli viisi oppilasta 37:stä eli noin 13 %, ja kuudennelta luokalta kahdeksan 41:stä, eli lähes 20 %. Toisen luokan oppilaiden vastauksia ei sisälly tähän kategoriaan todennäköisesti sen vuoksi, että kasvien yhteyttäminen käsitellään ympäristö- ja luonnontiedossa tavallisesti vasta neljännellä luokalla. Tämän kertoi haastattelussa myös neljäsluokkalainen Eero: *“Kerran nelkillä ope niin opetti ympässä semmosta, että auringosta, hiilidioksidista ja vedestä tulee sitä sokeria, ja sitten se kasvi kasvaa. Sitten maasta tulee vettä myöskin. Tai niitä ravinteita.”*

Jokaisessa lomakkeessa mainitaan aiemmista poiketen hiilidioksidi. Sitä ei hapen (ilman) tavoin voi kuitenkaan käytännössä havaita omin silmin. Jotkut oppilaat ratkaisivat tämän ongelman piirtämällä sen näkyväksi. Eräs neljännen luokan oppilas piirsi ihmisen,

joka hengittää ulos hiilidioksidia (Liite 8), toinen kuvasi sitä pyörylöillä ja kolmas vihreäksi väritetyllä läiskällä (Liite 9). Myös yksi kuudennen luokan oppilas piirsi hengittävän ihmisen, mutta toiset kuudesluokkalaiset tyytyivät vain kirjalliseen ilmaisuun (Liite 10).

Muutama oppilas (kolme neljäsluokkalaista ja yksi kuudesluokkalainen) mainitsi hiilidioksidin lisäksi myös yhteyttämisen lopputuotteet, sokerin ja hapen. Eräs oppilas puolestaan esitti ajatuksensa lyhyesti muutamain sanoin ja piirroksin: *“Auringosta energiaa, ilmasta hiilidioksidia, maasta vettä.”* (poika, 6. lk).

Haastatteluissa ilmeni, että lapset ovat ymmärtäneet auringon, hiilidioksidin ja hapen merkityksen kasvin kasvulle eri tavoin. He pitivät kasvien pääasiallisena hiilidioksidin lähteenä ihmistä. Eero (4. lk) kertoo, että *“Se on semmosta esimerkiks, kun ihminen hengittää, ni sitä lähtee sitä, kun puhaltaa pois, niin se on hiilidioksidia. Se on kiertokulku. Me annetaan kasville hiilidioksidia, ja kasvi antaa meille happea.”* Eerolla on selkeä käsitys hiilidioksidin merkityksestä kasvin kasvulle: *“Se kerrää niitä lehtiin ja siellä semmoset, vihersolujako ne on, ni valmistaa sitä sokeria. Tarvii sitä vettä ja hiilidioksidia. Lehissä on semmosia kauheen pieniä pisteitä, niin siellä ne tekee sitä sokeria.”* Auringon energian merkityksestä Eerolla on myös näkemys: *“No sitten se aurinko on tavallaan niihen lämpölähde, niin se on tohon kuvattu. Niin että esimerkiks, tää on ihan mielikuvitusta. Siellä on semmosia patoja, johon se mennee ja sit aurinko on tavallaan niihen nuotio. Jos ei syty, niin ne ei tee sitä sokeria.”*

Teemulla (4. lk) oli hiilidioksidin alkuperästä jokseenkin samanlainen käsitys kuin Eerolla: *“No, niin kun sitten ihmiset hengittää hiilidioksidia pois, niin kun poistetaan, niin kun hapelle tilaa.”* Hänkin selittää kasvin saavan hiilidioksidin ihmiseltä: *“No sitä on tässä ihmisessä, ja sitä kautta.”* Tarkentavaan kysymykseen, *“Tarkoitatko, että sitä [hiilidioksidia] voi olla myös täällä ilmassa?”* Teemu vastaa: *“Niin. Ilmassakin voi olla jonkin verran.”* Teemulla on osittain oikea käsitys hiilidioksidin merkityksestä. Jos ei ole hiilidioksidia, *“sitten se [kasvi] ei pystyis tekemään sokeria. Sitten se kuolee pian, ku, tai se on niin kun sen happea. Sen omaa happea.”*

Teemun mukaan kasvit käyttävät sokerin tiettyihin kohteisiin. *“No se käyttää niin kun hedelmään. Että tekee omia siemeniä.”* Teemu ei kuitenkaan usko, että sokeri kertyisi hedelmään: *“En mä semmosta ajatellu. No sitä käytetään niin kun energiaan, että kasvi sais energiaa tehdä sitä [sokeria].”* Aurinko on Teemun mukaan myös tärkeä, sillä *“auringon valo antaa myöskin energiaa”*.

Vanhimmilla haastatelluilla oppilailta on myös osittain tieteellisiä ja osittain omaperäisiä käsityksiä hapen ja hiilidioksidin osuudesta kasvin ravinteiden otossa. Anne (6. lk) selittää kasvin saavan hiilidioksidin ihmiseltä: *“Kun ihminen hengittää. Niistä [kasveista] vapautuu happea. Toinen [kasvi] hengittää sisään hiilidioksidia ja toi [ihminen] saa happea.”* Anne ei kuitenkaan usko, että kasvikin tarvitsisi happea: *“No ei kai. Hiilidioksidia se tarvitsee.”* Hän arvelee, että hiilidioksidin määrä vaihtelee eri vuodenaikoina: *“Ehkä sitä [hiilidioksidia] on vähemmän talvella. Ei sitä varmaan yhtä paljon oo.”* Lisäksi Anne on tietoinen, että yhteyttäminen vaatii toteutuakseen myös aurinkoa: *Se [aurinko] oli jotain energiaa. Sitten se [kasvi] tekee semmosta sokeria, semmosta mielenkiintosta.”*

Jenna (6. lk) on kirjoittanut lomakkeelle kaikki kasvin kasvuun tarvittavat osatekijät: *“Aurinko antaa energiaa ja lämpöä. Mullasta ja vedestä se saa varmaa jotain “ravinteita” kasvamiseen. Ilmasta se saa happea ja hiilidioksidia ...jne...”*. Haastattelussa ilmenee, että hän ei oikein ymmärrä sitä, miksi kasvi tarvitsee hiilidioksidia. *“En mä okei tiä, mutta mä oon kuullu, että se [kasvi] saa jotain. Mutta en mä muista, mihin se käyttää hiilidioksidia.”* Kasvien hapen käytöstä Jennalla on yhtä epävarma käsitys: *“En mä muista niitä. No en mä usko, että se samaan tarkoitukseen kuin ihminen, hengitä.”*

Kategoriaan kuuluvissa vastauksista voi havaita erilaisessa käsitteenmuutoksen vaiheessa olevia käsityksiä. Oppilaiden omaksuma tieteellinen tieto voi ensinnäkin ikään kuin “kellua kevyesti ajatusten aalloilla”. Kouluopetuksesta voi olla muistissa yksityiskohdaisia tietoja, mutta ne eivät muodosta ilmiöstä järkevää kokonaisuutta. Tieteellinen tieto on tällöin nippu asioita, jotka joko muistetaan tai sitten ei, ja arkitieto on käyttökelpoisinta tietoa. Esimerkiksi Jenna osasi nimetä kasvien ravinteiden ottamiseen liittyviä tekijöitä, mutta hän ei osannut yhdistellä niitä toisiinsa.

Toisaalta tieteellinen tieto voi vaikuttaa järkevältä ja uskottavalta. Uusista omaksuttavista asioista ja ilmiöistä löydetään tuttuja piirteitä, joita yhdistellään itselle läheisiin asioihin mahdollisimman hyvin ja ymmärrettävästi. Lopputuloksena arkitieto ja tieteellinen tieto yhdistyvät yksilöllisesti. Mm. kasvien tarvitseman hiilidioksidin alkuperä on helppo yhdistää omaan hengitykseen. Ilmiön merkitys on niin vahva, että muiden hiilidioksidilähteiden olemassaoloa ei edes tule ajatelleeksi. Myös kasvien tuottaman sokerin merkitys löytyy omasta itsestä. Kasvit tarvitsevat sokeria energiaksi samoin kuin ihmiset, kuten Teemu ajattelee.

Tieteellisen tiedon omaksumista osoittaa asioiden soveltamiskyky. Ilmiö ymmärretään ja hyväksytään, ja sitä osataan soveltaa tilanteesta riippumatta samalla tavalla. Eerolla ja Annella on jo varsin tieteellinen käsitys kasvien kasvamisesta ja ravinteiden otosta. Kaikki termit eivät vielä ole aktiivisessa käytössä, kuten vihersolut=viherhiukkaset, mutta niiden merkitys on selvillä. Jotkut asiat vaikuttavat silti epäuskottavilta. Esimerkiksi Anne ei ole vakuuttunut kasvien hapen tarpeesta.

7.1.7 Joitakin yksittäisiä käsityksiä

Muutamassa lomakkeessa oli käsityksiä, jotka eivät mielestäni sopineet suoraan mihinkään edellä mainittuun kategoriaan, vaikka niissä oli joitakin samoja elementtejä. Eräs 2. luokan oppilas piirsi lomakkeelle puun ja kirjoitti, että *“koivu saa ravinteensa maasta.”* Hänen käsityksensä saattaa olla se, että kasvi käyttää ravinnokseen pelkästään itsensä ulkopuolista ravintoa, ja tähän ei sisälly vesi eikä myöskään aurinko. Jokseenkin samanlainen arkikäsitys oli yhdellä 6. luokan oppilaalla. Hänen ajatuksensa oli, että *“kasvi saa kaiken tarvitsemansa ravinnon juuriensa avulla maasta, sekä auringosta.”* Koska en haastatellut häntä, jää selvittämättä, mitä hän tarkoittaa auringon antamalla ravinnolla. Vastauksesta ei voi mielestäni päätellä, liittyykö oppilaan ajatus omiin kokemuksiin vai koulussa opittuihin tietoihin.

Erään neljäsluokkalaisten oppilaan käsitys kasvien ravinteiden otosta perustui hänelle tuttuun ruukkukasvien kasvattamiseen. Tätäkin voidaan pitää arkitiedon mukaisena käsityksenä. Hän piirsi yksityiskohtaisen selostuksen eri työvaiheineen. Kasvatus vaatii hänen mukaansa ruokkuun istutettavia siemeniä, joista kasvaa kukkivia kasveja. Kasvia kastellaan kastelukannulla ja suihkutetaan sumutepullolla. Lisäksi kasville annetaan ravinteita seuraavan ohjeen mukaisesti: *“ODOTA! Kunnes vesi kuivuu. Sitten tee näin.[Substralia ruokkuun]”*

Kaksi oppilasta (4. lk ja 6. lk.) oli muokannut oppimistaan asioista eräänlaisen synteesin. 4. luokan oppilaan mukaan kasvi tarvitsee kasvaakseen aurinkoa, vettä, hiilihydraatteja ja sokeria. Hän ehkä muisti, että kyseisistä tekijöistä on ollut puhetta koulussa. Asiat ovat kuitenkin yhdistyneet toisiinsa siten, että *“panokset ja tuotokset”* ovat sekoittuneet keskenään. Taustalla saattaa vaikuttaa käsitys kasvien ulkopuolisesta ravinnosta. 6.

luokan oppilas puolestaan kiteytti käsityksensä kirjoittamalla lomakkeelle, että *“Kasvi sitoo auringon energian sokeriin.”* Kuvaan hän on piirtänyt myös auringon ja sadepilven. Kirjoitus ei mielestäni osoita selvästi sitä, että tekijä tarkoittaisi kasvien yhteyttämistä. Tässäkin tapauksessa voi kyse mahdollisesti olla oppikirjasta pinnallisesti opitusta ja muistetusta yksittäisestä lauseesta.

7.2 Lasten mielestä tärkein kasvin kasvuun vaikuttava tekijä

Kysyin haastattelussa jokaiselta lapselta, mistä kasvin kasvu, toisin sanoen sen massa, on heidän mielestään peräisin. Kysymys oli luonnollisesti vaikea, koska ns. oikea vastaus ei kuulu tavallisesti yksilöiden arkitietoon. Hyvin harvalle voi edes tulla mieleen, että kyseessä on nimenomaan hiilidioksidi, varsinkin jos hiilidioksidista ei ole mitään käsitystä. Haastattelussa jokainen haastateltava tulkitsi kysymyksen siten, että kyse on tärkeimmästä kasvin kasvuun vaikuttavasta tekijästä.

Haastatelluista seitsemän oppilasta piti vettä kasvin kasvulle tärkeimpänä aineena:

“Muuten se kuihtuis ja kuolis, kun ei sais vettä.” Ville (2. lk)

“Maa ei kastuis ja eikä sitten sais ravintoa ja se kuolis se kukka, kun se olis ihan kuivunut.” Tiina (2. lk)

“Vesi, tietty. Muutenhan se ei elä.” Joonas (2. lk)

“Kasvit tarttee vettä, että ne pystyy kasvamaan.” Minna (4. lk)

“Ehkä vesi, että ei kuivuis ja sitten kasvaa, kun saa sitten vettä.” Silja (4. lk)

“Tärkeintä kasvin kasvamiselle on, että se kastuu.” Heikki (6. lk)

“Vesi on tärkein. Se ei kasva [ilman].” Maaria (6. lk)

Kolmen oppilaan mielestä tärkeintä on auringonvalo:

“No auringosta ne saa ainaski valoa, ja täytyy olla lämmintä ja sitä valookin tarvitsee, sillä eihän ne pimeessäkään kasva.” Suvi (2. lk)

“No ehkä aurinko tai ravinteet. Aurinko se on.” Pasi (4. lk)

“Auringonvalo. No niin kun lämpöä, ja sit se käyttää sen siihen, että se kasvaa, ettei se ihan niin kun kylmä oo.” Tuomas (6. lk)

Kolme oppilasta ei tyytynyt vain yhteen tekijään, vaan oli vakuuttunut siitä, että kasvin kasvu edellyttää monta asiaa:

“Tuo aurinko, vesi ja ilma. Jos ne ei yksin pärjää, niin ne [hoitaja, kasvihuone] avustaa.” Pekka (2. lk)

“Tota noin. En osaa sanoo. Kaikki [vesi, ravinteet, auringonvalo] on ihan yhtä tärkeitä.” Jani (6. lk)

“Se tarvii vettä, että se niin kun elää, mutta toisaalta se tarvii siihen kyllä aurinkoo. Niin ne on musta kaikki [aurinko, vesi, hiilidioksidi] kyllä yhtä tärkeitä.” Anne (6. lk)

Myös sokeri ja hiilidioksidi ja multa mainittiin. Niitä kutakin piti tärkeimpänä kasvutekijänä yksi oppilas:

“Ainakin tämä sokeri.” Teemu (4. lk)

“No ainakin aurinkoo ja hiilidioksidia. Hiilidioksidi se varmaan on.” Eero (4. lk)

“Varmaan toi multa.” Jenna (6. lk)

7.3 Mistä lapset saavat mielestään parhaiten tietoja kasveista?

Koulu on yksi monista lasten elämään kuuluvista asioista, jotka vaikuttavat heidän käsityksiinsä. Koulun lisäksi tietoa voi saada muualtakin, kuten tiedotusvälineistä, kotoa, internetistä jne. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, mitä eri-ikäiset lapset pitävät parhaana kasvitietojen lähteenä. Tulosten perusteella voidaan havaita, että eri-ikäisten lasten mielipiteissä on eroja. (Ks. taulukko 3)

TAULUKKO 3. Eri-ikäisten lasten parhaimpina pitämät kasvitietojen lähteet

luokka-aste	opettaja	koulukirjat	luontokirjat	tv:n luonto-ohjelmat	kotiväki	muu	monta	Yht.
2. lk	7	3	12	6	8	4	2	42
4. lk	6	12	8	4	5	-	2	37
6. lk	3	20	6	2	4	3	3	41
Yht.	16	35	26	12	17	7	10	120

Toisen luokan oppilaiden vastaukset jakautuivat melko tasaisesti eri vaihtoehtojen kesken. Enemmistön (12 oppilasta eli 28.6 %) mielestä kasvitietoa löytyy parhaiten luontokirjoista. Toiseksi eniten kannatusta sai kotiväki (8 oppilasta eli 19 %) ja kolmanneksi opettaja (7 oppilasta eli 16.7 %). Vanhempien oppilaiden mielipiteissä korostui selkeästi koulun merkitys. Kolmasosa neljäsluokkalaisista (12 oppilasta eli 32.4 %) ja lähes puolet kuudesluokkalaisista (20 oppilasta eli 48.8 %) luotti oppikirjojen tietoihin. Jos lukuun lisätään henkilöt, jotka pitivät opettajaa parhaimpana tietolähteenä, koulun osuus on vielä suurempi.

Vaihtoehtoon “Muualta. Mistä?” rohkeni valita neljä 2. luokan oppilasta ja kolme 6. luokan oppilasta. Heidän mukaansa tietoa saa joko tarkkailemalla ympäristöä tai sosiaalisessa vuorovaikutuksessa joidenkin toisten henkilöiden kanssa:

“Mummilta” (tyttö, 2. lk)

“Luonnosta ja erityisesti mökiltä” (tyttö, 2. lk)

“Olen ollut ulkona. Sieltä.” (poika, 2. lk)

“Luonnosta.” (poika, 2. lk ja tyttö, 6. lk)

“Vähän kaikkialta, mutta eniten ehkä kirjoista.” (tyttö, 6. lk)

“Kavereilta.” (poika, 6. lk)

Selkeää yhtä syytä tulokseen ei välttämättä ole. Tulosta voi selittää osaltaan lasten eripituiset kouluhistoriat. 2. luokan oppilaille koulu on vasta melko uusi asia, ja kotiväen merkitys on vielä suuri. Koulussa opitaan lukemaan ja laskemaan, mutta luontoa ja kasveja käsittelevää tietoa saadaan enemmän muualta. Vanhemmat oppilaat ovat sen sijaan opiskelleet kasveihin liittyviä asioita jo useampana vuotena, mikä voi vaikuttaa heidän käsityksiinsä koulun merkityksestä kasvitietojen “välittäjänä”.

8 TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimuksessa haluttiin selvittää eri-ikäisten lasten käsityksiä kasvien kasvamisesta ja ravinteidenotosta. Saatujen tulosten mukaan näyttää siltä, että lasten ajattelua ohjaavat vahvasti heidän arkikäsitteensä. Arkikäsitteet olivat jokseenkin samanlaisia riippumatta siitä, millä luokalla lapset olivat. Koulussa opetetut uudet luonnontieteen käsitteet oli usein omaksuttu erillisinä yksittäisinä tietoina tai niitä oli yhdistetty ennakkotietojen kanssa. Jotkut käsitteet, kuten hiilidioksidi, happi, energia ja yhteyttäminen saatiin muistaa, mutta varsin usein niitä selitettiin tieteestä poikkeavilla tavoilla tai sitten niitä ei osattu selittää ollenkaan. Varsinaisia jäsentyneitä skeemoja ei siis ollut muodostunut.

Säljön (2001, 116) mukaan on tavallista, että ihmiset oppivat ensin käyttämään termejä ja vasta myöhemmin osaavat selittää tarkemmin niiden merkityksen. Saari (1997, 6) puolestaan uskoo, että oppilaat voivat ymmärtää käsitteen vasta sitten, kun he voivat hyödyntää sitä ongelmanratkaisussa. Siihen asti käsite pysyy abstraktiona, vaikka oppilas kykenisi selittämään sen sisällön sanallisesti. Arkikäsitteiden suuresta osuudesta huolimatta joukossa oli oppilaita, jotka olivat ymmärtäneet yhteyttämissen periaatteet, ja jotka osasivat myös soveltaa tietojaan käytännössä.

Tuloksissa voi löytää yhtäläisyyksiä joidenkin käsitteiden muutosta selittävien teorioiden kanssa. Vosniadoun (1994; 1999) ja Vosniadoun ja Brewerin (1987; 1990; 1992) havaintojen tavoin lasten tuotoksissa saattoi nähdä sekä kokemuksiin perustuvia, synteettisiä että tieteellisiä käsityksiä. On mahdollista, että tutkimustilanne saattaa vaikuttaa jollakin tavoin lasten vastauksiin. Haastattelujen perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että etenkin lasten arkikäsitteet ovat varsin pysyviä, ja että ne kuvastavat heidän käsityksiään totuudenmukaisesti. Myös ne, jotka olivat omaksuneet luonnontieteellisen selitystavan, pitivät kiinni aiemmin tekemistään tuotoksista. Eniten häilyvyyttä oli niillä oppilailta, jotka selittivät kasvien kasvua erilaisilla arkitiedon ja tieteellisen tiedon yhdistelmillä. He eivät ehkä itsekään olleet varmoja siitä, mihin kannattaa uskoa.

Arkitietoa ja tieteellistä tietoa yhdistelevissä käsityksissä on samankaltaisuutta myös diSessan (1993) ja diSessan ja Sherinin (1998) teorian kanssa. Tiedon muruja (p-primsejä) edustivat toisistaan irrallaan olevat yksittäiset asiat, joita lapset olivat yhdistelleet toisiinsa. Niistä ei välttämättä muodostunut kasvien kasvamista selittävää kokonaisuutta, vaan ne sisälsivät tieteen näkökulmasta virheellisiä kytkentöjä.

Tutkimuksessa oli havaittavissa joitakin oppimiseen ja sen myötä käsityksiin vaikuttavia erityisiä ongelmakohtia. Eräs ongelmakohta on hiilidioksidin ja hapen merkitys. Haastatelluissa lapset liittivät ne molemmat hyvin voimakkaasti ihmisten ja kasvien väliseen vuorovaikutukseen. Kukaan lapsista ei maininnut yhteyttämisen yhteydessä mitään muuta hiilidioksidin lähdettä kuin ihmisen. Tieto hiilidioksidin ja hapen olemassaolosta perustuu pääosin opittuihin tietoihin, jolloin asian omaksumista voi helpottaa se, että ko. aineet yhdistetään mahdollisimman tuttuun henkilöön, omaan itseän. Vaikka oppikirjoissa mainittaisiinkin että “ilmasta kasvi saa ilmarakojen kautta yhteyttämiseen tarvittavan hiilidioksidin” (mm. Verne 4, 172), lapsille ilmeisesti riittää yksi tietty hiilidioksidin “alkulähde”.

Oppikirjoissa ei myöskään korosteta sitä, että yhteyttämässä on kyse hiilidioksidin ja veden yhdistymisestä keskenään. Huomio kiinnitetään sen sijaan reaktion lopputuotteisiin, sokeriin ja happeen, sekä niiden merkitykseen toisenvaraisille eliöille, eläimille ja ihmisille. Tämän vuoksi lapset eivät voi käsittää sitä, että pääosa kasvin massasta on hiiltä, sikäli kun he edes tulevat ajatelleeksi, että ruoho voisi olla mitään muuta kuin ruohoa tai mänty puuta. Useimmat lapset ovat nähneet, miten puu hiiltyy poltettaessa, mutta luultavasti tällä ei ole heidän mielestään mitään yhteyttä hiilidioksidin saati yhteyttämisen kanssa.

Lasten on myös vaikea käsittää, että kasvikin tarvitsee happea elintoimintojensa ylläpitoon. Tässä tutkimuksessa suurin osa lapsista ei edes maininnut kasvien hengitystä, ja osa selitti sen samanlaisena käänteisenä reaktiona kuin Leachin, Driverin, Scottin ja Wood-Robinsonin (1996a) tutkimat englantilaislapset. Eräänä syynä voi olla se, että kasvien hengittämistä ei tavallisesti käsitellä yhteyttämisen opettamisen yhteydessä. Kirjoissa saatetaan vain kertoa, että kasvit käyttävät osan ravinnosta kasvuunsa ja varastoiivat loput. Tällöin lapsille ei selviä, että kasvit kasvaessaan ja ravinnon sisältämiä energiavaroja kuluttaessaan hengittävät koko ajan, ts. käyttävät happea ja tuottavat hiilidioksidia, samoin kuin muutkin eliöt (Kinchin 2000a, 70).

Auringosta saatavan energian yhteys kasvin kasvamiseen on myös eräs ongelmakohta. Vaikka jotkut lapset käyttivät puheessaan oppimaansa käsitettä “energia”, se oli useimmille heistä vain sana, jota he eivät osanneet selittää. Haastatelluista ainoastaan yksi oppilas osoitti ymmärtävänsä sen, mistä auringon energiassa on kyse. Arjen yhteyksissä käytettävä kieli on luultavasti osasyllinen tähän käsiteseikaannukseen. “Energia” on läsnä

hyvin monissa yhteyksissä. Olemme energisiä, saamme energiaa ravinnosta, energialaitokset tuottavat energiaa, energiankulutus lisääntyy/vähenee jne. On siis ymmärrettävää, että lapset puhuvat mieluummin konkreettisista ja havaittavista asioista, kuten auringon lämmöstä ja valosta. Niistähän alkuopetuksen oppikirjoissakin puhutaan.

Mutta miten lasten arkikäsitteet kasveista saataisiin tieteellisen tiedon kaltaisiksi? Tässäkin tutkimuksessa lasten omat kokemukset olivat voimakkaasti läsnä heidän kasvikäsitteissään. Kinchinin(2000a.) mukaan on aivan luonnollista, että lapsille tutut kokemukset ja arkikieli vaikuttavat myös koulussa. Opettajankin on puhuessaan vaikea välttää erilaisia arkipäivän termejä, mutta hänen tulisi olla tietoinen tästä kielenkäyttöön liittyvästä ongelmasta. Kinchin pitää fotosynteesin opetuksen kompastuksena sitä, että se opetellaan yksittäisenä aiheena. Kinchinin mukaan asia ymmärretään paremmin, jos se liitetään laajempaan ja mielekkäämpään kontekstiin (s. 70, 72.). Kinchinin (2000b.) mukaan käsitekarttatekniikka sopii mainiosti fotosynteesin opettamiseen. Se auttaa oppilaita ymmärtämään fotosynteesin periaatteet ja opettajaa havaitsemaan oppilaidensa käsityksiä.

Koululaisten luottamus kouluopetukseen ja oppikirjojen tietoihin on tämän tutkimuksen tulosten perusteella vahva, vaikka harvat heistä selittivät kasvien ravinteiden ottoa tieteellisesti. Kasvien yhteyttämiseen palataan eri vuosiluokkien opetuksessa yhä uudelleen vähän muunneltujen ja tarkempien yksityiskohtien kera. Pitäisikö opetuksen ajankohtaa sitten muuttaa, vai onko huomio kiinnitettävä pikemminkin opetusmenetelmiin?

Tulokset osoittivat, että jo neljäsluokkalaiset (10—11 v.) voivat ymmärtää kasvin ravinteidenoton periaatteet. Tämä vaatii kuitenkin asioiden omakohtaista pohtimista. Mikkilä-Erdmannin (2001) mukaan pohtivaa oppimista edistävät metakäsitteellisen tietoisuuden herättävät oppikirjatekstit. Ne auttavat oppilaita huomaamaan omien käsitystensä ja tieteellisen tiedon väliset ristiriidat ja ymmärtämään ilmiöiden tieteellisiä selityksiä. Myös oppikirjoissa tai multimedia-aineistossa olevien kuvien suunnitteluun ja niiden tulkinnan opettamiseen on Mikkilä-Erdmannin (2002) mukaan kiinnitettävä huomiota. Hän kritisoi sitä, että kirjojen kuvista huolimatta oppilaiden oppimisprosessi on riippuvainen tavallisesti vain teksteistä. Kuvien tulkittamisen taitoa tulisikin opettaa, mutta myös kuvien laatu ja tarkoituksenmukaisuus on tärkeä tekijä oppimisprosessissa. (Ks. myös Ojala 1997)

Vosniadou ym. (2001) puolestaan pitävät oppimisympäristöä tärkeimpänä metakäsitteellisen tietoisuuden herättäjänä. Lapset oppivat heidän havaintojensa perusteella tehokammin, kun he työskentelevät yhdessä ja tekevät erilaisia kokeita. Erityisesti kiire haittaa

asioiden omaksumista ja ymmärtämistä. Vosniadoun ym. mukaan olisikin järkevämpää, että opetuksessa keskityttäisiin muutamisiin perusasioihin, joita opiskellaan tarpeeksi kauan. Pinnallinen lukuisien asioiden käsittely saa aikaan ulkoa opittuja faktatietoja ja uusia väärinkäsityksiä. (Vosniadou ym. 2001, 391.)

Oppimisen edellytyksenä on myös oppijan kehitysvaihe. Ns. kehityssuuntautuneessa oppimisessa (Räsänen 2000) oppimista pidetään kehityksen haltuunottona. Ilmiöiden ymmärtäminen on puolestaan sisäistä yhteyksien näkemistä. Kun ihminen tulkitsee jotain ilmiötä, hän kuvaa sitä käsitteillä, jotka antavat sille merkityksen. Tämä edellyttää käsitteiden hallintaa ja kykyä puhua ja keskustella. Tulkitsemisella ilmiö tehdään ymmärrettäväksi siten, että järjen lisäksi se ymmärretään myös tunteiden tasolla. Lisäksi tulkinta on havaitsejan ja havaittavan yhteistä työskentelyä. (Räsänen 2000, 88—89.)

Tutkimus osoitti, että useimmat lapset eivät opetuksesta huolimatta selitä kasvien ravinteidenottoa tieteellisesti. Oppilailta on kirjava joukko erilaisia käsityksiä, jotka tekevät meidän opettajien työn haasteelliseksi. Räsänen (2000) toteaa, että kahden henkilön kohtaaminen on kahden todellisuuden kohtaamista. Fenomenografisella laadullisella tutkimusmenetelmällä päästiin lähemmäksi lasten yksilöllistä ajattelua kuin mihin määrällisellä tutkimuksella oltaisiin päästy. Haastatteluja olisi voinut olla vieläkin enemmän, mutta tämäkin määrä riitti kohtuullisen hyvin.

Koska lasten käsityksiä tarkasteltiin tietyn hetken tilannekuvana, varsinainen opetuksen tutkiminen jäi täysin ulkopuolelle. Vastaisuudessa olisi haasteena selvittää pitkäaikaisstudiumilla, miten erilaiset opetusmenetelmät vaikuttavat lasten käsitysten muuttumiseen. Perinteisen opetustavan lisäksi vertailun kohteena voisi olla opetustapa, jossa kasvien yhteyttämisen opetus liitetään laajempaan kontekstiin, ja jossa kasvien muutkin elintoiminnot, kuten hengitys, olisivat korostetusti esillä.

LÄHTEET

- Aho, L. 1987. *Lapsi, luonto ja kasvatus*. Porvoo: WSOY.
- Aho, L., Enqvist, S., Kytömäki, P., Nurmi, J. & Santavuori, M. 1997. *Verne 3*. Helsinki: WSOY.
- Aho, L., Enqvist, S., Kytömäki, P., Nurmi, J. & Santavuori, M. 1995. *Verne 4*. Helsinki: WSOY.
- Aho, L., Enqvist, S., Kytömäki, P., Nurmi, J. & Santavuori, M. 1997. *Verne 5*. Helsinki: WSOY.
- Ahtee, M. 1998. Arkitieto ja luonnontieteellinen tieto luonnontieteiden opetuksessa. *Kasvatus* 29 (4), 358—362.
- Ahtee, M., Kankaanrinta, I-K. & Virtanen, L. 1994. *Luonnontieto koulussa*. Helsinki: OTAVA.
- Alasuutari, P. 1995. *Laadullinen tutkimus*. Tampere: Vastapaino.
- Approaches to teaching plant nutrition. 1987. CLIS (Children's Learning in Science Project). University of Leeds. Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Barker, M. 1995. "A plant is an animal standing on its head". *Journal of Biological Education* 29 (3), 201—208.
- Barker, M. & Carr, M. 1989a. Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: An assessment in terms of students' prior knowledge. *International Journal of Science Education* 11 (1), 49—56.
- Barker, M. & Carr, M. 1989b. Teaching and learning about photosynthesis. Part 2: A generative learning strategy. *International Journal of Science Education* 11 (2), 141—152.
- Bell, B. 1985. Student's ideas about plant nutrition: What are they? *Journal of Biological Education* 19 (3), 213—218.
- Cañal, P. 1999. Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception? *International Journal of Science Education* 21 (4), 363—371.
- Caravita, S. & Halldén, O. 1994. Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction* 4, 89—111.

- Carey, S. 1985. *Conceptual change in childhood*. Cambridge MA: MIT Press.
- Cavalcante, P. S. & Newton, D. P. 1997. The effect of various kinds of lesson on conceptual understanding in science. *Research in Science & Technological Education* 15 (2), 185—194.
- Chi, M., Slotta, J. & de Leeuw, N. 1994. From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction* 4, 27—43.
- Diakidoy, I.-A., Vosniadou, S. & Hawks, J. D. 1997. Conceptual change in astronomy: Models of the earth and of the day/night cycle in American-Indian children. *European Journal of Psychology of Education* 7 (2), 159—184.
- diSessa, A.A. 1993. Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction* 10 (2 & 3), 105—225.
- diSessa, A. A. & Sherin, B. L. 1998. What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education* 20 (10), 1155—1191.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J. Mortimer, E. & Scott, P. 1994. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher* 23 (7), 5—12.
- Duit, R. 1999. Conceptual change approaches in science education. Teoksessa W. Schnotz, S. Vosniadou ja M. Carretero (toim.) *New perspectives on conceptual change*. Pergamon, 263—282.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere: Vastapaino.
- Gall, M. D., Borg, W. R. & Gall, J. P. 1996. *Educational research: an introduction*. New York: Longmann.
- Gröhn, T. & Jussila, J. 1992. *Laadullisia lähestymistapoja koulutuksen tutkimuksessa*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Halldén, O. 1999. Conceptual change and contextualization. Teoksessa W. Schnotz, S. Vosniadou ja M. Carretero (toim.) *New perspective on conceptual change*. Pergamon, 53—65.
- Hamilton, R. & Ghatala, E. 1994. *Learning and instruction*. New York: McGRAW-HILL, INC.
- Haslam, F. & Treagust, D. F. 1987. Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education* 21 (3), 203—211.

- Hatano, G. & Inagaki, K. 1996. Cognitive and cultural factors in the acquisition of intuitive biology. Teoksessa David R. Olson and Nancy Torrance (eds.) *The Handbook of Education and Human Development*. Blackwell Publishers Ltd., 683—708.
- Hatano, G. & Inagaki, K. 1997. Qualitative changes in intuitive biology. *European Journal of Psychology of Education*. 12 (2), 111—130.
- Hohti, T. & Lehto, J. E. 2001. Neljännen luokan ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjojen tekstin rakenne. *Kasvatus* 32 (2), 144—153.
- Karhiola, E., Paavilainen, J., Vilska, P. & Väisänen, M. 1994. *Luontokirja. Luonnontutkijan tietokirja 1—2*. Helsinki: OTAVA.
- Karvonen, Pirjo. 1995. *Oppikirjateksti toimintana*. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden seura.
- Kinchin, I. M. 2000. Confronting problems presented by photosynthesis. *School Science Review* 81 (297), 69—75.
- Kinchin, I. M. 2000. Concept-mapping activities to help students understand photosynthesis - and teachers understand students. *School Science Review* 82 (299), 11—14.
- Kurki-Suonio, K. & Kurki-Suonio, R. 1994. *Fysiikan merkitykset ja rakenteet*.
- Lawson, A. E. 1988. The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or tabula rasa? *Journal of Research in Science Teaching*. 25 (3), 185—199.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. & Wood-Robinson, C. 1996a. Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5—16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education* 18 (1), 19—34.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. & Wood-Robinson, C. 1996b. Children's ideas about ecology 3: Ideas found in children aged 5—16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education* 18 (2), 129—141.
- Leach, J. & Scott, P. 1995. The demands of learning science concepts - issues of the theory and practice. *School Science Review* 76 (277), 47—51.
- Leach, J. & Scott, P. 2000. Children's thinking, learning, teaching and constructivism. Teoksessa Martin Monk and Jonathan Osborne (eds.). *Good practice in science teaching. What research has to say*. Philadelphia: Open University Press, 41—57.
- Mikkilä-Erdmann, M. 2001. Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and Instruction* 11, 241—257.

- Mikkilä-Erdmann, M. 2002. Textbook pictures in learning science: conceptual change concerning photosynthesis. *Käsikirjoitus julkaisuun Scandinavian Journal of Educational research*.
- Monk, M. & Osborne, J. (eds.) 2000. *Good Practice in Science Teaching*. Philadelphia: Open University Press.
- Nunes, T. 1999. Systems of signs and conceptual change. Teoksessa W. Schnotz, S. Vosniadou ja M. Carretero (toim.) *New perspectives on conceptual change*. Pergamon, 67—79.
- Nyberg, T., Vestelin, O., Arjanne, S., Kenno, P., Leinonen, M., Palosaari, M. & Vehmas, P. 2000. *Koulun ympäristötieto 3*. Helsinki: OTAVA.
- Nyberg, T., Vestelin, O., Arjanne, S., Kenno, P., Leinonen, M., Palosaari, M. & Vehmas, P. 2001. *Koulun ympäristötieto 4*. Helsinki: OTAVA.
- Nyberg, T., Vestelin, O., Arjanne, S., Kenno, P., Leinonen, M., Palosaari, M. & Vehmas, P. 1997. *Koulun ympäristötieto 6*. Helsinki: OTAVA.
- Ojala, J. 1993. *Pallo hukassa? Tulevien luokanopettajien planetaarisia ilmiöitä koskevia käsityksiä*. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytäntöjä 4.
- Ojala, J. 1997. *Kirjoittamaton kirja, kirjoitettu kirja ja luonnonkirja*. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 63.
- Osborne, J. F. 1996. Beyond constructivism. *Science Education*. 80 (1), 53—82.
- Pauen, S. 1999. The development of ontological categories: stable dimensions and changing concepts. Teoksessa W. Schnotz, S. Vosniadou ja M. Carretero (toim.) *New perspectives on conceptual change*. Pergamon, 15—31.
- Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet. 1994. Opetushallitus.
- Piaget, J. - Inhelder, B. 1977. *Lapsen psykologia*. Jyväskylä: Gummerus.
- Pintrich, P. 1999. Motivational beliefs as resources for and constraints on conceptual change. Teoksessa W. Schnotz, S. Vosniadou ja M. Carretero (toim.) *New perspective on conceptual change*. Pergamon, 33—50.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. 1982. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science education* 66, 211—227.
- Rauste von Wright, M. & von Wright, J. 1997. *Oppiminen ja koulutus*. Porvoo: WSOY.

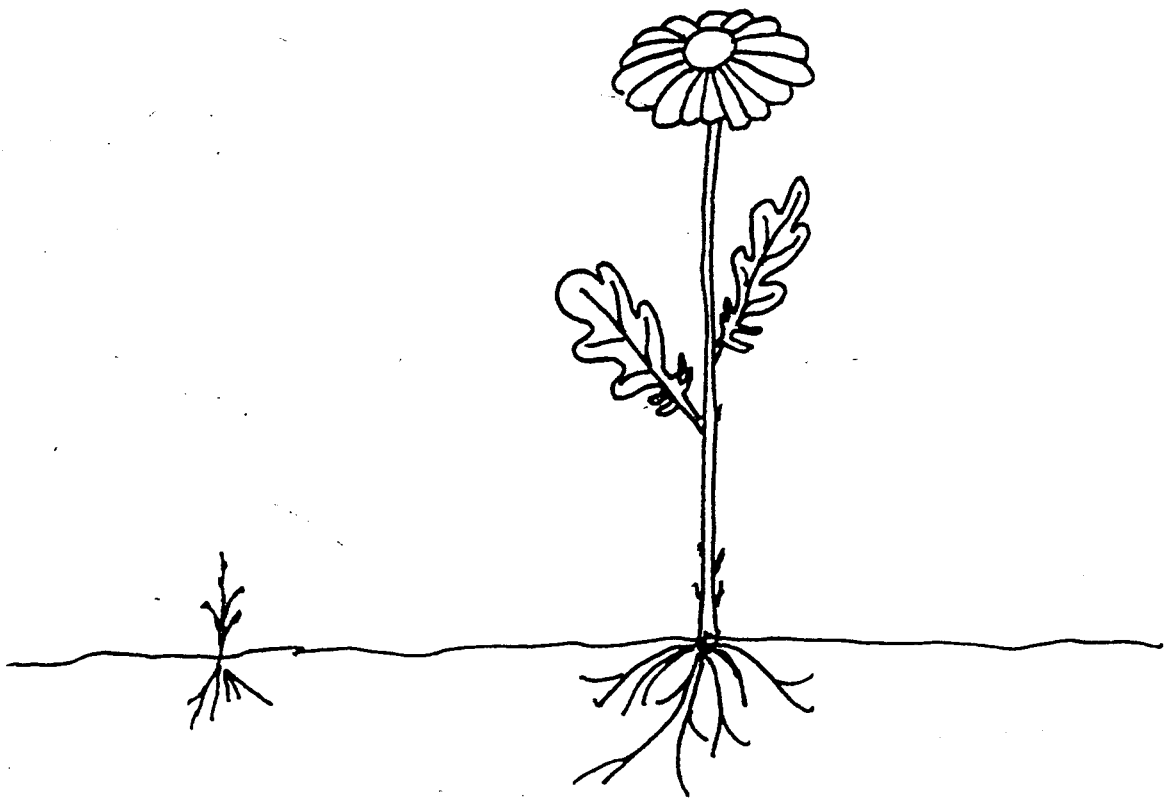
- Reiss, M. J. & Tunnicliffe, S. D. 1999. Conceptual development. *Journal of Biological Education* 34 (1), 13—16.
- Richard, D.D. & Siegler, R. S. 1984. The effects of task requirements on children's abilities to make life judgements. *Child Development* 55, 1687—1696.
- Räsänen, J. 2000. Kehityksen ulottuvuuksia. Kehityssuuntautunut oppiminen ja arviointi. Jyväskylän yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Johtamiskoulutuksen julkaisu 8.
- Saari, H. 1997. Mallien käyttö luonnontieteiden oppimisessa ja opetuksessa. Joensuun normaalikoulun julkaisuja N:o 10.
- Sages, R. & Szybek, P. 2000. A phenomenological study of students' knowledge of biology in a Swedish comprehensive school. *Journal of Phenomenological Psychology* 31 (2), 155—187.
- Schnotz, W., Vosniadou, S. & Carretero, M. (toim.) 1999. New perspectives on conceptual change. Pergamon.
- Solomon, J. 1987. Social influences on the construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education* 14, 63—82.
- Sormunen, K., Viiri, J. & Saari, H. Konstruktivismi luonnontieteiden opetuksessa - pitkospuita pitkin yli hyllyvän suon. 1998. Teoksessa Jorma Leinonen (toim.) Teorian ja käytännön vuorovaikutus ainedidaktiikassa. Lapin yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja C. Katsauksia ja puheenvuoroja 17, 189—208.
- Stavy, R. & Wax, N. 1989. Children's conceptions of plants as living things. *Human development* 32, 88—94.
- Stavy, R., Eisen, Y. & Yaakobi, D. 1987. How students aged 13—15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education* 9 (1), 105—115.
- Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1995. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Säljö, R. 1999. Concepts, cognition and discourse: from mental structures to discursive tools. Teoksessa W.Schnotz, S. Vosniadou ja M. Carretero (toim.) New perspectives on conceptual change. Amsterdam: Pergamon, 81—90.
- Säljö, R. 2001. Oppimiskäytännöt. Sosiokulttuurinen näkökulma. Helsinki: WSOY.
- Tynjälä, P. 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Kirjayhtymä.

- Tyler, R. 1998. The nature of students' informal science conceptions. *International Journal of Science Education* 20 (8), 901—927.
- Vosniadou, S. 1991. Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies* 23 (3), 219—237.
- Vosniadou, S. 1994. Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction* 4, 45—69.
- Vosniadou, S. 1999. Conceptual change research: State of the art and future directions. Teoksessa W. Schnotz, S. Vosniadou ja M. Carretero (toim.) *New perspectives on conceptual change*, 3—13.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. 1987. Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research* 57 (1), 51—67.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. 1990. A cross-cultural investigation of children's conceptions about the earth, the sun, and the moon: Greek and American data. Teoksessa H. Mandl ym. (toim.) *Learning and instruction. European research in an international context*. Vol 2:2, 605—629.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. 1992. Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology* 24 (4), 535—585.
- Vosniadou, S. & Ioannides, C. 1998. From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education* 20 (10), 1213—1230.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. & Papademetriou, E. 2001. Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction* 11, 381—419.
- Vygotsky, L. S. 1978. *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Väljärvi, J. & Linnakylä, P. (toim.) 2002. *Tulevaisuuden osaajat. PISA 2000 Suomessa*. Jyväskylä. Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Watts, M. & Jofili, Z. 1998. Towards critical constructivist teaching. *International Journal of Science Education* 20 (2), 173—185..
- Woolnough, B. E. 1994. *Effective science teaching*. Buckingham: Open University Press.

Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

73

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.



Nimi _____

Ikä: _____ vuotta

Luokka: _____

74

Mistä olet mielestäsi saanut parhaiten tietoja kasveista? Rastita yksi vaihtoehto.

opettajalta

koulukirjoista

luontokirjoista

television luonto-ohjelmista

kotiväeltä

muualta. Mistä? _____

Millaisia kokemuksia sinulla on kasveista ja niiden kasvattamisesta?

Olen kylvänyt kasvien siemeniä.

Kyllä Ei

Olen istuttanut kasveja keväällä ruukkuihin.

Kyllä Ei

Olen kasvattanut kasveja kasvihuoneessa.

Kyllä Ei

Olen kasvattanut koulussa raiheinää tai muita kasveja?

Kyllä Ei

Olen osallistunut perheeni kanssa metsänhoitotöihin.

Kyllä Ei

Hyvä koululaisen kotiväki!

Jyväskylässä 18.3.2002

Opiskelen Jyväskylän opettajankoulutuslaitoksessa luokanopettajaksi. Teen lopputyötäni ympäristö- ja luonnontietoon liittyvästä aiheesta, jossa tutkin 2., 4. ja 6. luokkalaisten oppilaiden ajatuksia ja käsityksiä kasveista. Rehtorilta ja luokkien opettajilta olen saanut luvan tehdä tutkimukseni lapsenne koululla.

Olen kerännyt aiemmin tietoja lomakkeella, johon lapset ovat piirtäneet ja kirjoittaneet omia ajatuksiaan. Tarkoitukseni olisi vielä haastatella joitakin lapsia, jotka edustavat edellä mainittujen luokka-asteiden oppilaita. Haastatteluihin tarvitsen huoltajan suostumuksen, vaikka lapsenne henkilöllisyys ei tulekaan millään tavalla esille tutkimuksessa.

Pyydän teitä palauttamaan lomakkeen alaosan täytettynä lapsenne mukana opettajalle viimeistään perjantaina 22.3.2002.

Jos joku tutkimukseen liittyvä asia askarruttaa teitä, voitte ottaa yhteyttä minuun puhelimitse.

Ystävällisin terveisin



Sanna Valkonen
Helokantie 1 c As 11
40640 Jyväskylä
P. 050-3071575

Tutkimusta ohjaa opettajankoulutuslaitoksen professori Jouko Kari P. 2601790

Lastani (nimi) _____ lk _____

saa haastatella

ei saa haastatella

Huoltajan allekirjoitus _____

Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

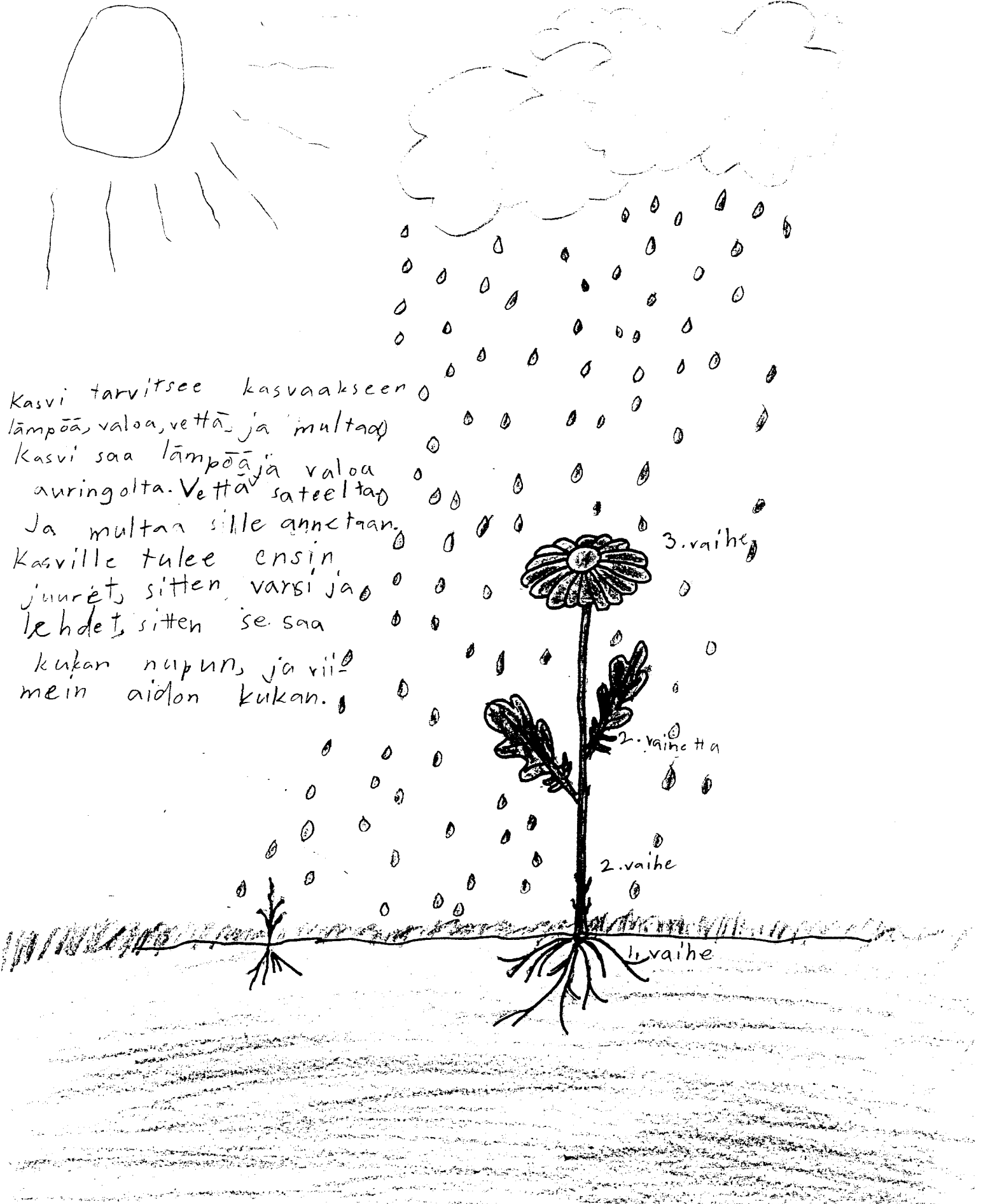
76

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.



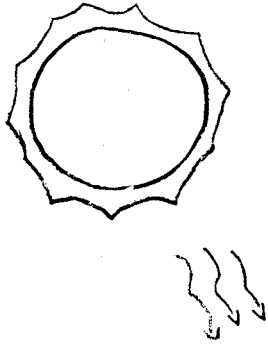
Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.

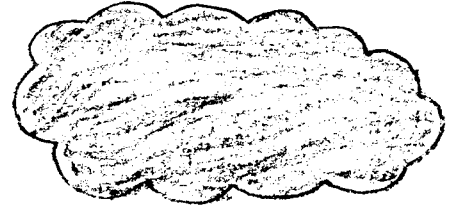


Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.



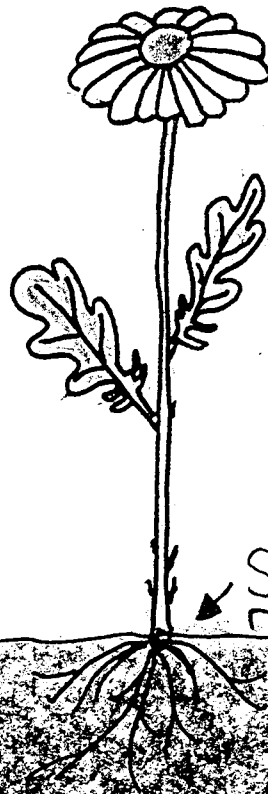
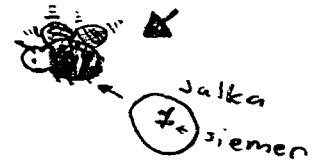
← Aurinko läm-
mittää.



↓
Pilvet anta-
vat sateita.

tuuli
lennättää
siemeniä
muualle

tai Hyönteiset
kuljettavat siemenet.



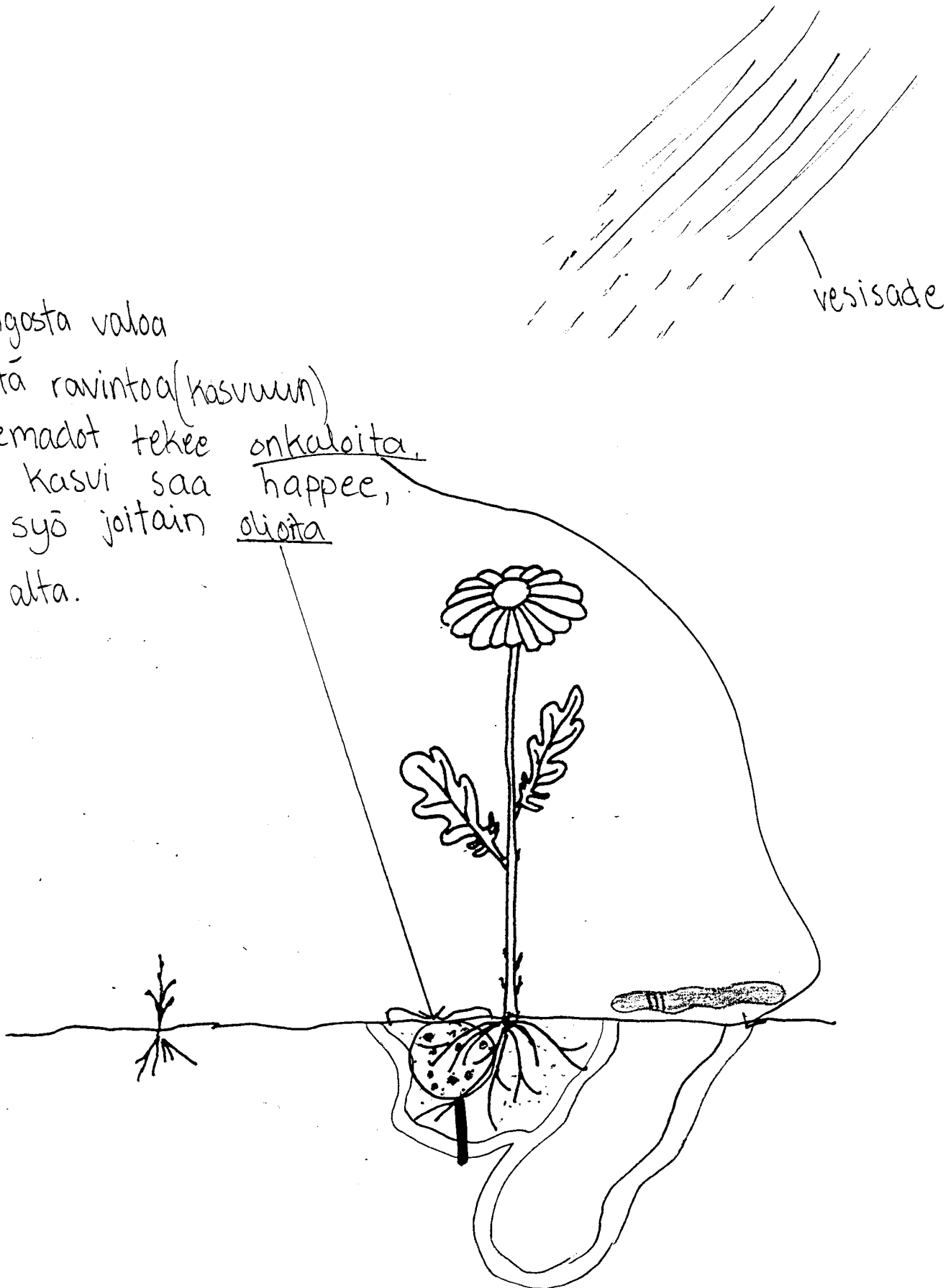
Se imee maasta
ravinteita juurilla.

Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

79

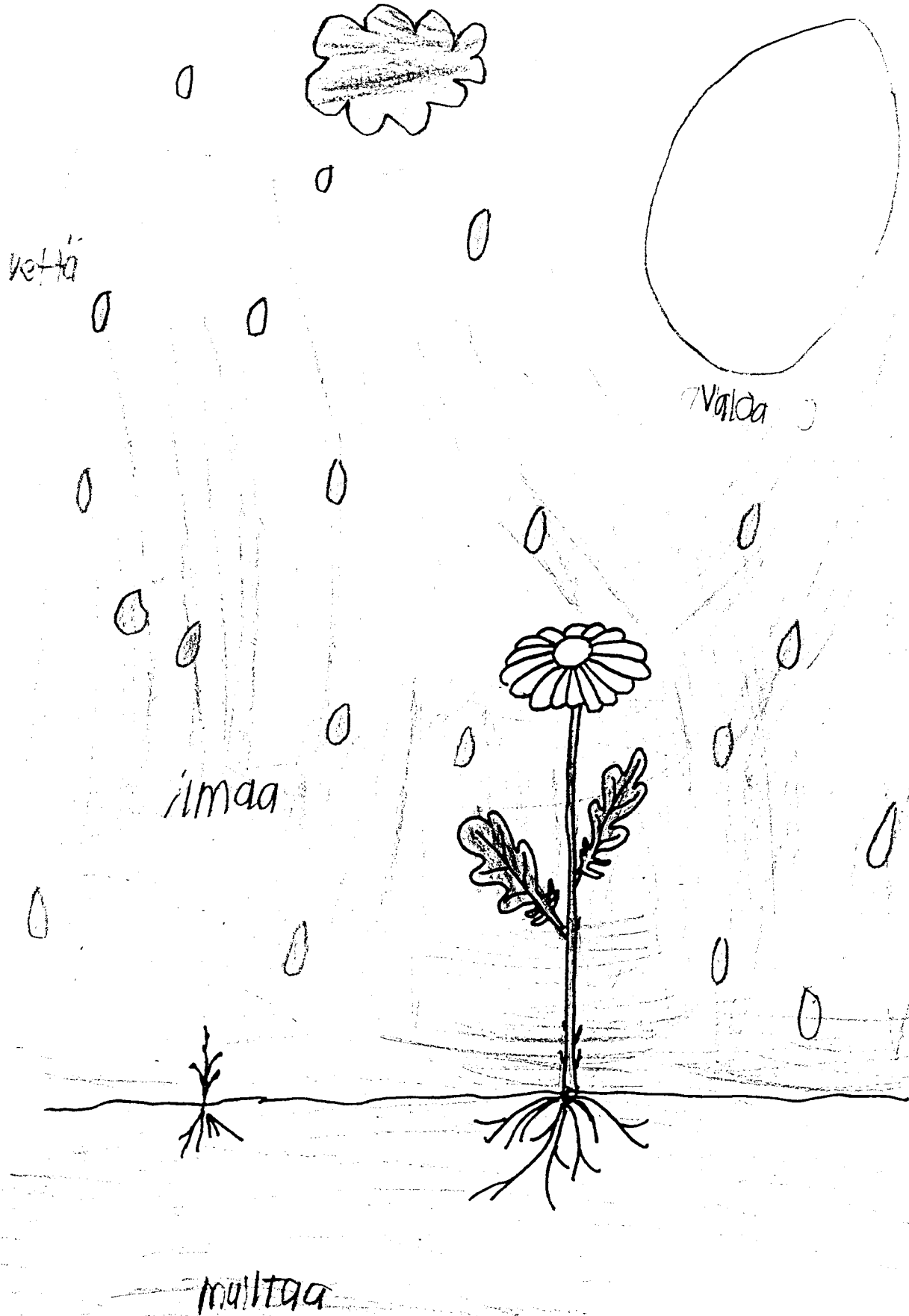
Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.

- * Auringosta valoa
- * Vedestä ravintoa (kasvuun)
- * Kastemadot tekee onkaloita,
joista kasvi saa happee,
ja syö joitain oljota
maan alta.



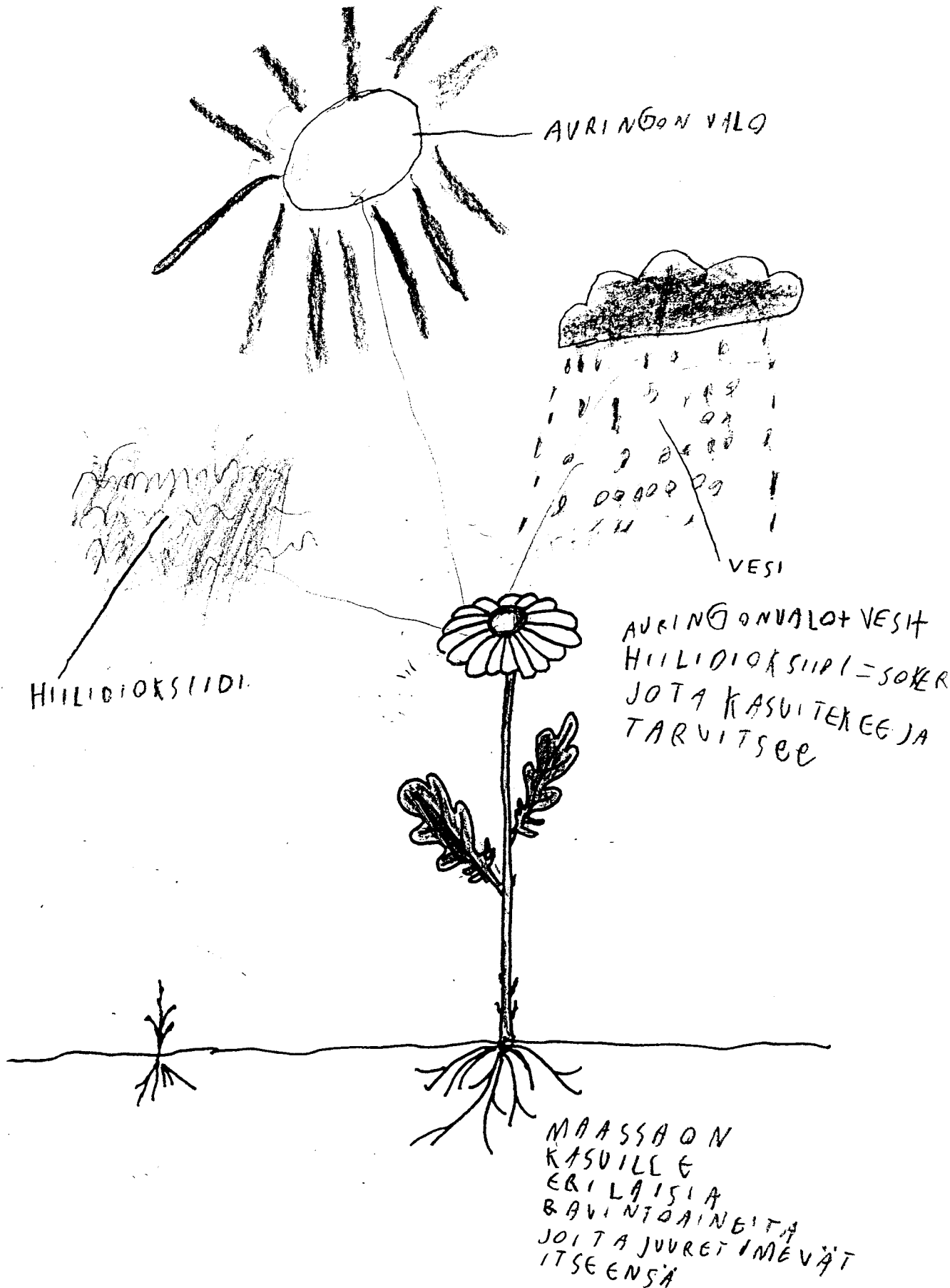
Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.



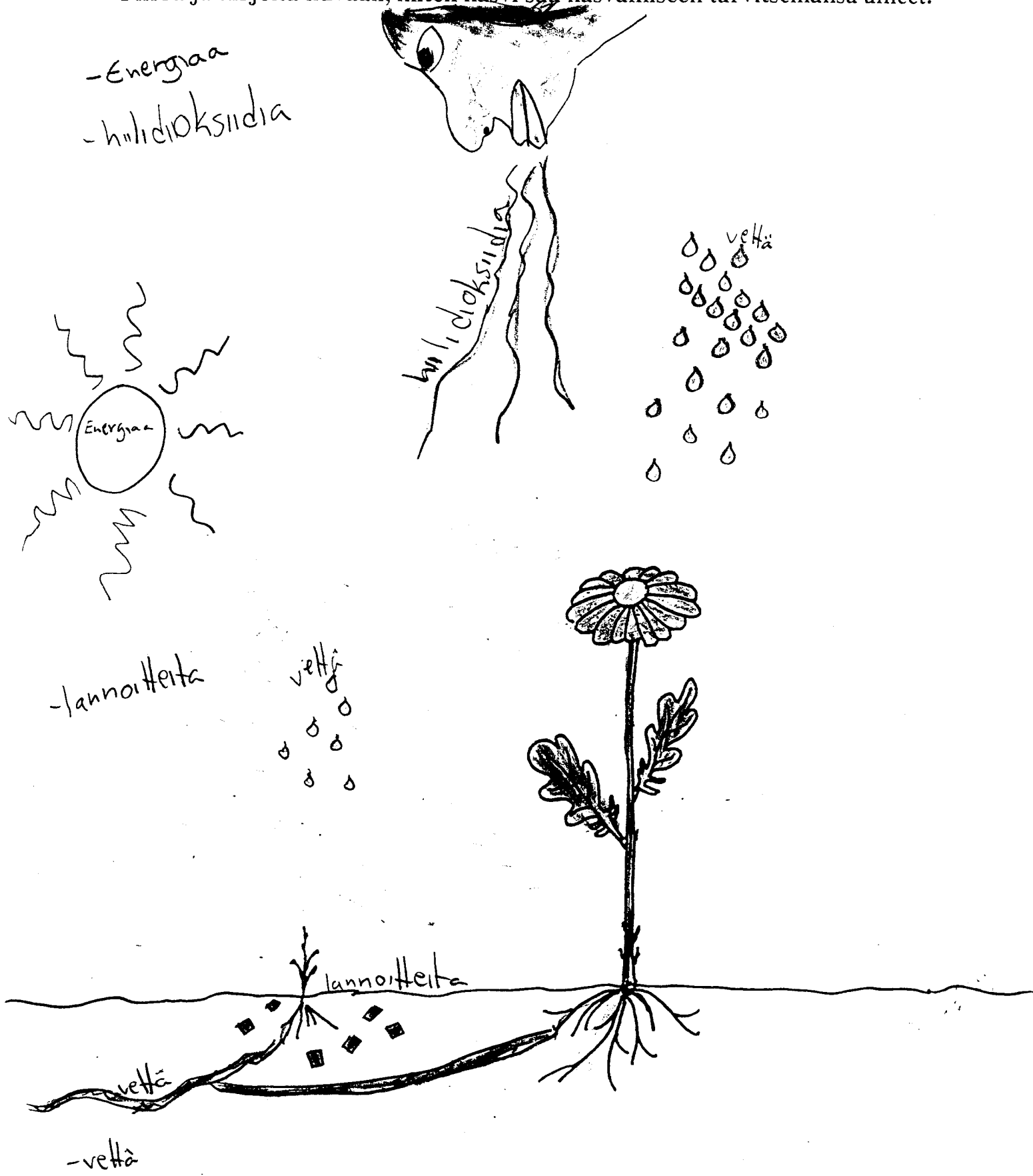
Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.



Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.



Kuvan kasvi on kasvanut pienestä taimesta isoksi kasviksi.

Piirrä ja kirjoita kuvaan, miten kasvi saa kasvamiseen tarvitsemansa aineet.

