

Tutkiva oppiminen tuntisuunnitelmissa. Ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssin vaikutukset opetuksen suunnitteluun

Jari-Pekka Kivistö

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma
Kevätlukukausi 2015
Opettajankoulutuslaitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Kivistö, Jari-Pekka. 2015. Tutkiva oppiminen tuntisuunnitelmissa. Ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssin vaikutukset opetuksen suunnitteluun. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Opettajan- koulutuslaitos. 57 sivua.

Tässä tutkimuksessa selvitän, millä tavalla luokanopettajaksi opiskeleville tarjottu ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan koulutusjakso vaikuttaa heidän kykyynsä suunnitella tutkivan oppimisen mukaisia oppitunteja. Tarkastelen asiaa vertailemalla opiskelijoiden laatimia tuntisuunnitelmia, joista ensimmäiset on tehty ennen ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssia ja toiset sen jälkeen.

Tutkimukseni aineisto koostuu vuonna 2012, ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssin aikana laadituista tuntisuunnitelmista, jotka analysoitiin teoriaohjaavan sisällönanalyysin keinoin. Tuntisuunnitelmissa käsitellään fyysisen ainesisältöön kuuluvan nosteen käsitteen opettamista peruskoulun viidennen luokan oppilaille. Tutkimustapa on laadullinen, ja etsin muutoksia tuntisuunnittelun sisällössä aineistolle tekemäni sisällönanalyysin avulla.

Tutkimukseni osoittaa, että saamansa opetuksen jälkeen opiskelijat muuttivat tuntisuunnitelmiaan niin, että tutkivan oppimisen mahdollisuudet toteutua paranevat. Koulutuksen aikana opittu tutkivan oppimisen 5E-malli on jäsentänyt opiskelijoiden näkemystä tutkivasta oppimisesta. Tutkivan oppimisen ymmärrys jää kuitenkin osittain keskeneräiseksi ja sen opettamisen kehittämistä kannattaa edelleen jatkaa.

Hakusanat: tutkiva oppiminen, tuntisuunnitelma, opettajankoulutus, ympäristö- ja luonnontieto, 5E-malli, noste

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Tutkimuskysymykset	6
1.2	Hyvästäkin koulusta löytyy kehitettävää	7
2	KONSTRUKTIVISMI, TUTKIVA OPPIMINEN JA 5E-MALLI.....	10
2.1	Konstruktivismi	10
2.2	Tutkiva oppiminen	11
2.3	5E-malli osana tutkivan oppimisen perinnettä	14
2.4	Tutkiva oppiminen aiemman tutkimuksen valossa	16
2.5	Opettajankoulutus ja luonnontieteiden opettaminen.....	18
2.6	Tutkivan oppimisen kritiikkiä	19
3	KELLUMISEN JA UPPOAMISEN OPETTAMINEN AIEMMASSA TUTKIMUKSESSA	22
3.1	Kelluminen ja uppoaminen: nosteen käsite fysiikassa	22
3.2	Eikös se mennytkään näin... Kognitiivisen konfliktin merkitys opetuksessa	23
3.3	Arkikäsitys ja virhekäsitys: mitä ne tarkoittavat?	24
3.4	Kellumisen ja uppoamisen opettaminen: tutkivan oppimisen tuloksia	25
4	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	27
4.1	Aineiston hankkiminen	27
4.2	Aineiston luokittelu	28
4.2.1	Tuntisuunnitelmien sisällön mukainen luokittelu.....	29
4.2.2	Oppikirjan tekstin sisällön mukainen luokittelu.....	31
4.3	Aineiston laadullinen analysointi.....	31
5	TULOKSET.....	33

5.1.1	Tulokset tutkivan oppimisen näkökulman muutoksina	34
5.1.2	Oppikirja suunnitelmien ohjaajana	39
6	YHTEENVETO	41
7	POHDINTA	46
7.1	Jatkotutkimusideoita	46
7.2	Luotettavuus	48
7.3	Eettinen näkökulma.....	49
7.4	Tutkimuksen rajoitukset.....	49
	LÄHTEET	51
	LIITTEET.....	54

1 JOHDANTO

Suomalaisesta opettajankoulutuksesta ja peruskoulusta on käyty keskustelua lehdistössä ja kasvatusalan tutkijoiden keskuudessa, niin taannoinen PISA-mesteyksen kuin sen laskunkin myötä. Keskeisinä kysymyksinä on ollut, miksi suomalainen koulutusjärjestelmä on ollut niin hyvä ja miten sitä tulisi kehittää. Kiinnostusta suomalaista koulutusjärjestelmää kohtaan on ollut laajalti ulkomailakin (Esimerkiksi Rautiainen, Turun Sanomat ja Laaksola). Google-hakukoneella ”Suomen koulutusjärjestelmä” hakusanaparilla 20.4.2015 osumia löytyy yli 98 000 ja hakusanaparilla ”Suomen koulutusvientti” noin 19 400 osumaa. Aiheena suomalainen koulutus on siis varsin ajankohtainen ja paljon puhuttava.

Koulutuksen laatutasosta tuntuu olevan monia mielipiteitä, kaikilla on aiheeseen sanansa sanottavana. Keskusteluissa korkean laadun selitykseksi on esitetty, että opettajaksi opiskelemaan hakeutuva ryhmä on valmiiksi taitavaa, opettajankoulutus on niin erinomaista taikka opettajan ammatillinen vapaus antaa mahdollisuuden valita sopivat opetusmenetelmät. On jopa esitetty, että opettajankoulutusta tulisi kehittää niin, että autonomiaa olisi mahdollista kasvattaa edelleen (Lapinoja 2006, 168).

Viime ajoilta ei kuitenkaan ole tutkimustietoa siitä, miten opettajankoulutuksen aikana saatu pedagoginen koulutus vaikuttaa opettajaksi opiskelevien omaan epistemologiseen kehitykseen taikka epistemologisen kehityksen ohjaamisen taitoihin. Käsitteenmuodostukseen vaikuttavat erilaiset virhekäsitykset, ja niiden tunnistaminen sekä epäloogiseksi osoittaminen tiedetään tärkeäksi oppimisen kannalta. Havu-Nuutinen (2005) sekä Kawasaki, Herrenkohl ja Yeary (2004) ovat tutkineet kellumisen ja uppoamisen oppimista koulu- ja esikouluikäisillä oppilailla, mutta opettajien ja opettajaksi opiskelevien osaamisen kannalta tilanne on kutkuttavasti avoin. Ei ole juurikaan tuoretta tietoa siitä, millä tavalla tulevat opettajat omaksuvat tutkivan oppimisen opetusmenetelmiä ja millä tavalla opetustaidon kehittyminen välittyy kellumisen ja uppoamisen käsitteiden opettamiseen.

Vygotski (1982, 153) kirjoitti tieteellisen tiedon opettamisesta: ”Kun koulun tehtävänä on opettaa lapselle järjestelmällistä tieteellistä tietoa, olisi käytännön kannalta ensiarvoisen tärkeää ymmärtää, miten tieteelliset käsitteet kouluiässä kehittyvät.” Jos opettajakoulutuksen tavoitteena on auttaa opiskelijoita tuntemaan oppimisprosessia, täytyisi prosessi kyetä jollain tavalla ymmärtämään. Tässä tutkimuksessa selvitän, minkä vuoksi tutkivan oppimisen käyttö ja sen opettaminen opettajaksi opiskeleville ovat hyvä keino tukea tieteellisen tiedon oppimista. Toivoakseni tämä opinnäytetyö osaltaan osoittaa, millä tavalla tutkivan oppimisen kouluttaminen vaikuttaa opettajaksi opiskelevien ympäristö- ja luonnontiedon tuntien suunnittelutaitoihin.

1.1 Tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa selvitän, millä tavalla ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssille osallistuminen on vaikuttanut opettajaksi opiskelevien tekemiin tuntisuunnitelmiin. Suunnitelmien aiheena on oppitunti, jonka aikana on tarkoitus opettaa nosteen käsitettä viidennen luokan oppilaille tutkivan oppimisen keinoin.

Mahdollista koulutuksen tuomaa muutosta tarkastelen kahden tutkimuskysymyksen avulla. Ensimmäinen tutkimuskysymykseni on:

- Millä tavalla tutkivan oppimisen näkökulma muuttuu siihen painottuvalle kurssille osallistumisen jälkeen?

Tähän kysymykseen pyrin löytämään vastauksen niin, että selvitän koulutuksen vaikutusta suunnitelmiin vertaamalla opiskelijoiden ennen koulutusta tekemiä suunnitelmia heidän toisiin tuntisuunnitelmiinsä, jotka on tehty opetuksen jälkeen.

Aion tässä tutkimuksessa myös selvittää, millä tavalla oppilaiden ajatukset, esimerkiksi ennakko- ja virhekesitykset otetaan huomioon jo opetuksen suunnitteluvaiheessa. Tätä selvitän tarkastelemalla tuntisuunnitelmia ja etsimällä niistä

mainintoja oppilaiden ajatusten huomioimisesta. Toinen tutkimuskysymykseni on:

- Millä tavalla oppikirja vaikuttaa tuntisuunnitelmiin tutkivaan oppimiseen painottuvan kurssin jälkeen?

Selvitän tätä tarkastelemalla, onko taustamateriaalina ollut oppikirja tunnin suunnittelua voimakkaasti ohjaava tekijä vai ovatko suunnitelmat täysin irrallisia kirjasta. Tätä tarkastelen havainnoimalla, millä tavalla oppikirjan aukeamaa hyödynnetään suunnitelmissa. Etsin myös suoria mainintoja oppikirjan käytöstä. Lisäksi oppikirjan voimakkaasti ohjaavaa vaikutusta voi havainnoida katsoamalla, mitä yhteistä, opetettavalle aiheelle olennaista ja jopa opetussuunnitelman perusteissa määrättyä, puuttuu sekä oppikirjasta että tuntisuunnitelmista.

1.2 Hyvästäkin koulusta löytyy kehitettävää

Opettajankoulutuksen tilannekatsauksessa (Mahlamäki-Kultanen ym. 2014, 6) opettajankoulutus tunnustetaan tärkeäksi osaksi suomalaisen yhteiskunnan kehittämistä. On selvää, että koulutuksen painopisteitä täytyy pohtia jatkuvasti uudelleen. Ympäristö, johon koulu lapsia kouluttaa, kehittyy heidän kouluvuosiensa aikana jatkuvasti ja koulutuksella myös muokataan tulevaisuutta. Näin ollen myöskin opettajaksi opiskelevien kyky tunnistaa muutokset ja ohjata oppilaita sen aikana, on aina olennainen osa opettajankoulutusta. Pohdinta ei ole ensimmäistä kertaa kasvatustieteilijöiden mielissä: esimerkiksi Leo Tolstoi pohti maaorjien lapsille koulutusta järjestäessään, voidaanko tietää millaisia tietoja seuraavat sukupolvet tulevat tarvitsemaan (Ripatti 2001, 304–305).

Onko siis syytä lisätä uusia sisältöjä vanhan päälle, vai miten pitäisi kehittyä? Koulutusjärjestelmää ja sen käytäntöjä on moitittu jo aikaisemmin oppimisen dekontekstualisoinnista, joten tämä tuskin on tulevaisuuteen valmentava tapa (Tynjälä 1999, 168). Jatkossa opetussuunnitelmaa pitäisi käsitellä entistäkin enemmän kokonaisuutena kuin yksittäisten aineiden kautta (Vitikka, Salminen & Annevirta 2014, 40–41). Myös vasta tehdyn opetussuunnitelman perusteiden

uudistuksen ideana on kokonaisuuksien parempi käsittely, osallistavaa oppimista lisäämällä (Opetushallitus 2014, 17).

Vaikka tutkivaa oppimista on kehuttu ja pyritty lisäämään, on myös sen mahdollisista ongelmakohtista viime aikoina saatu muistutuksia. Derek Hodson esittää, että heikosti suunniteltu ja sen vuoksi hajanainen, vaikkakin toiminnallinen luonnontieteiden opetus voi jopa tehdä hallaa oppilaiden halulle opiskella luonnontieteitä. Olisi siis tärkeä tiedostaa, mitä ollaan opettamassa ja valita oikeat menetelmät ja painopisteet sen mukaan. (Hodson 2014). Saman huomion ovat tehneet myös Markku Käpylä, Jussi-Pekka Heikkinen ja Tuula Asunta (2009), jotka tarjoavat yhdeksi ratkaisuksi, että opettajaksi opiskeleville opetetaan käytännön työskentelyyn sopivia, tutkivan oppimisen työmenetelmiä.

Tarve luonnonilmiöiden ymmärtämiseen käytännön työskentelyn kautta on ilmeinen. Ainakaan nykyinen koulutus ei tunnu aina tehoavan, vaikka arvosanojen puolesta näin voisi olettaa. Tällaiseen johtopäätökseen on helppo päätyä myös Ilkka Ratisen (2008) tutkimuksen pohjalta. Hän havaitsi, että esimerkiksi luokanopettajaopiskelijat, jotka olivat lukiossa menestyneet hyvin luonnontieteiden kursseilla, eivät kuitenkaan olleet ymmärtäneet kasvihuoneilmiötä ja sitä myötä ilmastonmuutoksen syitä syvällisesti. Ratinen esittää, että ilmastonmuutoksen ja kasvihuoneilmiön kaltaisia, monisyisiä ja monitieteisiä ilmiöitä olisi järkevä opettaa maantieteen, kemian ja fysiikan sisältöjä yhdistelevillä kursseilla. (Ratinen 2008, 241.)

Yhdistetyillä lukiokursseilla käytettävissä oleva aika lisääntyisi ja luonnonilmiöiden käsittelyn näkökulmat monipuolistuisivat. Itse kuitenkin epäilen, että sekään ei välttämättä riitä tilanteen korjaamiseen. Ellei perusopetuksen tasolla muuteta toimintatapoja, jääkö lukiotason opetuksen rooliksi vain virhekäsitysten oikominen? Jos itse tehdyt havainnot ja sitä kautta tehdyt huomiot luonnonilmiöistä puuttuvat kokonaan, on vaarana, että vakuuttavasti, mutta tieteelliseltä perustaltaan väärin argumentoitu teoria voi korvata aiemman virhekäsityksen. Vosniadou, Skopeliti ja Ikospentaki havaitsivat, että vaikka oppilaat osaavat vastata Maan muotoa koskeviin kysymyksiin oikein, ei aina tarkoittanut sitä, että he

olisivat ymmärtäneet asian syvällisesti tai osanneet antaa selitystä ilmiölle. Lisäksi valmiiden vastausten tarjoaminen jopa esti oppilaita muodostamasta kokonaiskäsitystä opetetusta ilmiöstä. (Vosniadou, Skopeliti & Ikospentaki 2004, 221). Jos opetus ei anna mahdollisuuksia oivallukseen ja ymmärrykseen, ei synny myöskään mahdollisuutta kyseenalaistaa vailla tieteellistä perustaa olevia väitteitä.

Esimerkki uskottavasti perustellusta mallista löytyy helposti vaikkapa ilmastoskeptismistä, jolla tarkoitetaan pyrkimyksiä vähätellä ihmisen aiheuttamia ilmastonmuutoksen vaikutuksia (Cook 2010). Kuinka monella peruskoulun päätötodistuksen saaneella on valmiuksia arvioida Cookin esittämien todisteiden paikkansa pitävyyttä taikka ilmastoskeptikkojen väitteitä, joita hän kritisoi? Keskustelua ilmaston lämpenemisen todisteista on vaikea arvioida, ellei ymmärrä ilmiön perusteita. (Cook 2010, 4.) Onko taustalla ymmärtämättömyys ilmastonmuutoksen todellisista syistä, vaiko järjestelmällisestä työstä tieteellisen tutkimuksen tulosten vähättelemiseksi?

Olipa kummin päin vain, koulujärjestelmän olisi tärkeä kyetä vastaamaan tiedeskptismin kaltaisten ilmiöiden aiheuttamiin haasteisiin. Kouluaikana muodostettu käsitys tieteellisen tutkimuksen etenemisestä, käytännön tuntuma luonnonilmiöistä sekä mahdollisuus verrata esitettyjä ajatuksia omiin käsityksiin, antavat hyviä keinoja arvioida myös vaikuttamispyrkimyksiä sisältäviä tutkimuksia ja tiedotusta.

2 KONSTRUKTIVISMI, TUTKIVA OPPIMINEN JA 5E-MALLI

Tässä kappaleessa esittelen, millä tavalla 5E-malli rakentuu konstruktivismin ja tutkivan oppimisen luomalle pohjalle. Ensiksi esittelen konstruktivismin, jolle tutkiva oppiminen perustuu ja 5E-malli taas on osa tutkivan oppimisen perinnettä. Koska konstruktivismi on laajin yläkäsite, määrittelen siihen liittyviä alakohtia lähemmin myös tutkivan oppimisen ja 5E-mallin yhteydessä.

2.1 Konstruktivismi

Konstruktivistiseen tiedonkäsitykseen lukeutuu erilaisia koulukuntia. Tynjälä kiteyttää konstruktivismin eri painotuksien (esimerkiksi radikaali tai kognitiivinen konstruktivismi, sosiaalinen konstruktivismi ja konstruktionismi) yhtenevyydet näin (Tynjälä 1999, 163).

Oppimisessa ei tällöin ole kysymys passiivisesta tiedon vastaanottamisesta niin kuin arkiajattelussamme helposti oletamme, vaan oppiminen nähdään oppijan aktiivisena kognitiivisena ja/tai sosiaalisena toimintana, jossa hän jatkuvasti rakentaa kuvaansa maailmasta ja sen ilmiöstä tulkiten uutta informaatiota aikaisempien tietojensa, käsitystensä ja uskomustensa pohjalta ja osallistuen sosiaalisten yhteisöjen toimintaan. Konstruktivistinen pedagogiikka painottaa näin ollen oppijan aktiivista roolia ja sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä oppimisessa.

Tynjälä kirjoittaa konstruktivistiseen tiedonkäsitykseen kuuluvan, että tiedon ajatellaan rakentuvan yhteistyössä toisten kanssa toimiessa, kielen ja käsitteiden avulla. Tietoa ei silloin pidetä täsmällisesti määriteltävänä ja aina samanlaisena eli objektiivisena, vaan jokaisen tulkitsijan omat esitiedot ja ajatukset vaikuttavat opiskelemalla hankittuun tietoon. (Tynjälä 1999, 162–163.) Konstruktivismiin liittyviä käsitteitä ovat myöskin lähikehityksen vyöhyke (Vygotski 1982, 184 – 186), oppijoiden yhteisö tai yhteisöllinen oppiminen sekä scaffolding, eli ohjattu oppiminen.

Tärkeää on myös tuoda omat uskomukset ja käsitykset kriittisen reflektion kohteiksi ja tulla tietoisiksi itselle piiloon jääneistä käsityksistä, uskomuksista ja toimintatavoista, jotka kuitenkin vaikuttavat toimintaamme ja oppimiseemme.

Yksi kriittisen reflektion mahdollistava lähestymistapa opetukseen on tutkiva oppiminen. (Tynjälä 1999, 167.)

Tynjälän osuus kyseisessä teoksessa (Tynjälä 1999) käsittelee sitä, kuinka koulutuksessa voi rakentaa asiantuntijuuden edellytyksiä. Asiantuntijaksi ei tarvitse tai voi tulla heti, mutta Tynjälän näkökulma on, että konstruktivistisen oppimiskäsityksen keinoin koulutuksessa voidaan rakentaa edellytyksiä asiantuntijaksi kehittymiselle.

2.2 Tutkiva oppiminen

Hakkarainen, Bollström-Huttunen, Pyysalo ja Lonka kertovat, että tutkiva oppiminen edustaa uutta luovaa oppimista. Se siis luo uutta tietoa oppijalle. He jatkavat: "Vaikka tutkiva oppiminen ei loisi uutta tietoa (historiallisesti uusia ideoita ja käsityksiä), se saattaa merkittävästi syventää oppimisyhteisön jaettua tietämystä opiskeltavana olevista asioista." He myös painottavat erikseen mainitun ammattitaitoisen opettajan tarjoamaa asiantuntevaa ohjausta. (Hakkarainen, Bollström-Huttunen, Pyysalo & Lonka 2004, 16.)

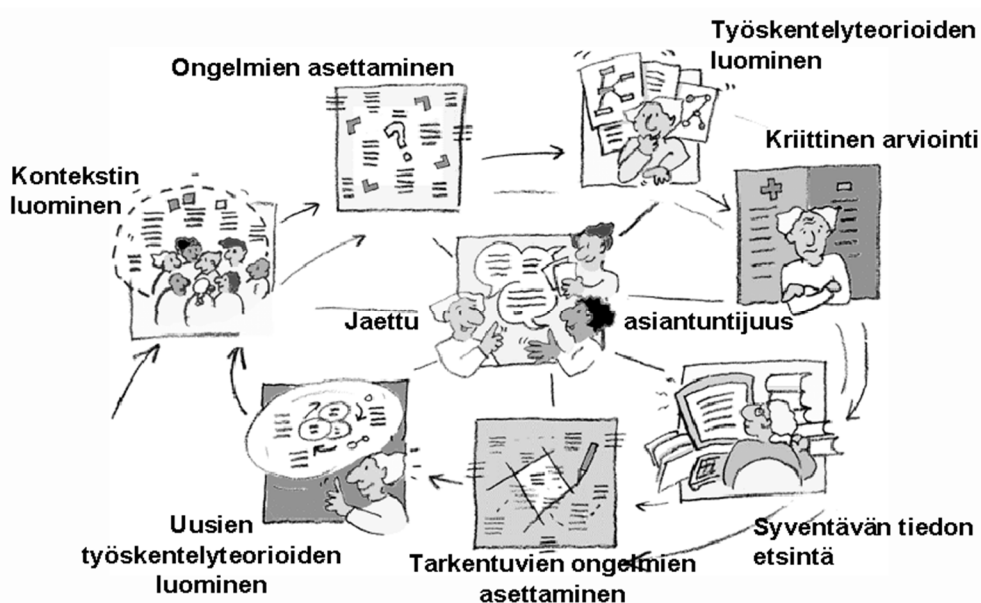
Ammattitaitoisen ohjaamisen kannalta katsottuna Heather Banchi ja Randy Bell kehittävät tutkivan oppimisen mallia eteenpäin. He määrittelevät neljä tasoa, joiden avulla voi kuvailla sitä, kuinka itsenäisesti oppilaat itse ohjaavat oppimistaan. Tasot ovat nimeltään varmistava tutkimus, strukturoitu tutkimus, ohjattu tutkimus ja avoin tutkimus. (Banchi & Bell 2008, 26–27.) He myös esittävät taulukon, jossa selittävät, miten kullakin tasolla toimitaan ja mitä tietoa oppilaille eri tasoilla annetaan valmiina (taulukko 1). Taitojen kehittyessä oppilaille voi antaa yhä enemmän vastuuta ja valinnan vapautta omien tutkimusten suunnitteluun. Ensiksi oppilaiden täytyy kuitenkin oppia tutkivan työtavan perusteet ja niitä voi harjoitella pala kerrallaan.

TAULUKKO 1. Tutkimuksen neljä tasoa ja annetut lähtökohdat kullakin tasolla

Tutkimuksen taso	Oppilaille annetut tiedot		
	Kysymys	Toimintatapa	Ratkaisu
1) Varmistava tutkimus: Oppilaat varmistavat perusolet- taman, kun tulokset ovat etukä- teen tiedossa	X	X	X
2) Strukturoitu tutkimus: Oppilaat tutkivat opettajan esit- tämän kysymyksen, heille ku- vaillulla toimintatavalla.	X	X	
3) Ohjattu tutkimus: Oppilaat tutkivat opettajan esit- tämän kysymyksen, käyttäen itse kehittämäänsä tai valitse- miään toimintatapoja.	X		
4) Avoin tutkimus: Oppilaat toteuttavat tutkimuk- sen itse muodostamiaansä tutki- muskysymyksiä käyttäen, itse kehittämillään tai valitsemillaan toimintatavoilla.			

Taulukko Banchi ja Bell (2008, 27) mukaisesti.

Linn, Davis ja Bell (2004) puolestaan määrittelevät tutkivaa opettamista (inquiry instruction). Tutkivan opettamisen he kuvailevat tavoitteelliseksi prosessiksi, jonka aikana oppilaat sitoutetaan ongelmien määrittämiseen, testien kritisoi-
miseen, vaihtoehtojen erittelyyn, tutkimusten suunnitteluun, olettamusten tut-
kintaan, tiedonhakuun, vertaisryhmän kanssa väittelemiseen, tiedon hankintaan
asiantuntijoilta ja johdonmukaisten argumenttien muodostamiseen (Linn, Davis
& Bell 2004, xvi). Heidän lyhyt mutta sisältörikas listansa, käy hyvin yksiin Hak-
karaisen ym. (2004, 30–31) esittelemän tutkivan oppimisen tarkentuvan prosessin
kanssa. Myös Hakkaraisen ym. esittelemät tutkivan oppimisen osat (kuvio 1) ha-
vainnollistavat, kuinka tutkiva oppiminen etenee jatkuvasti syvenevänä proses-
sina.



KUVIO 1. Tutkivan oppimisen osat (Hakkarainen ym. 2004, 30)

Hakkaraisen ym. kuvailemana tutkivan oppimisen alati tarkentuva prosessi etenee näin. Lähtökohtana tutkivalle oppimiselle on jokin aihepiiri, jonka ympärille opettaja oppilaiden kanssa alkaa rakentaa kysymyksiä ja erilaisia intuitiivisestikin muodostuvia työskentelyteorioita. Pääosassa on oppilaiden oma ideointi, ei siis valmiit tieteen teoriat taikka työskentelymallit. Kun ideointivaiheen tuotoksia sitten yhdessä arvioidaan, saadaan jatkon kannalta tärkeitä suuntaviivoja siitä, millaista lisätietoa ideoiden tarkastelemiseksi on hankittava. Tieto voi olla peräisin omista testeistä, kirjoista taikka asiantuntijoilta. Sen funktiona on olla apuna, kun muodostetaan uusia tutkimuskysymyksiä ja uusia työskentelyteorioita, joiden avulla päästään taas aiheessa syvemmälle, yhä tarkempiin uusiin tutkimuskysymyksiin ja työskentelyteorioihin. Tämä työskentely rakentuu oppimisyhteisössä, eli vuorovaikutuksessa koko ryhmän ja opettajan kesken. (Hakkarainen ym. 2004, 30–31.)

Toisin sanoen oppimisyhteisössä hankittu tieto ja sen pohjalta uudelleen muodostetut tutkimuskysymykset auttavat havaitsemaan uusia, tutkimuksen avulla tarkemmin selvitettäviä ongelmia. Kirjoittajat myös mainitsevat, että tutkivassa oppimisessä korostetaan oppijoiden aktiivisuutta ja yhteistyötä. Ne ovat

olennaisia suuntaamaan tutkimusta, erityisesti tavoitteiden asettelua, kyselemistä, asioiden selittämistä ja saavutetun tietämyksen itsearviointia: siis sen arviointia, mitä täytyy vielä selvittää ja mitä tiedetään jo valmiiksi. (Hakkarainen ym. 2004, 29–30.)

Minner, Levy ja Century (2009) määrittelevät tutkivaa oppimista samaan tapaan. Heidän mukaansa Piaget'n, Vygotskin ja Ausubelin ajatukset oppimisesta sekoittuivat konstruktivistiseen tiedonkäsitykseen, ja yhdistelmää alettiin taas soveltaa opetusmateriaalin suunnitteluun. Tällaiset konstruktivismiin perustuvat oppimateriaalit yhdistetään Minnerin ym. mukaan käsitteeseen tutkimusperustainen (inquiry-based). Oppimateriaaleihin taas sisällytetään erilaisia toiminnallisia osuuksia, joiden avulla oppilaat sitoutuvat tieteellisten käsitteiden oppimiseen, konkreettisen toiminnan kautta. (Minner, Levy & Century 2009, 2.) He myös esittelevät oppijan näkökulmasta olennaiset, luokkahuoneessa tapahtuvan tutkimuksen osat. National Research Council:n määrittelemänä ne ovat (Minner ym. 2009, 3):

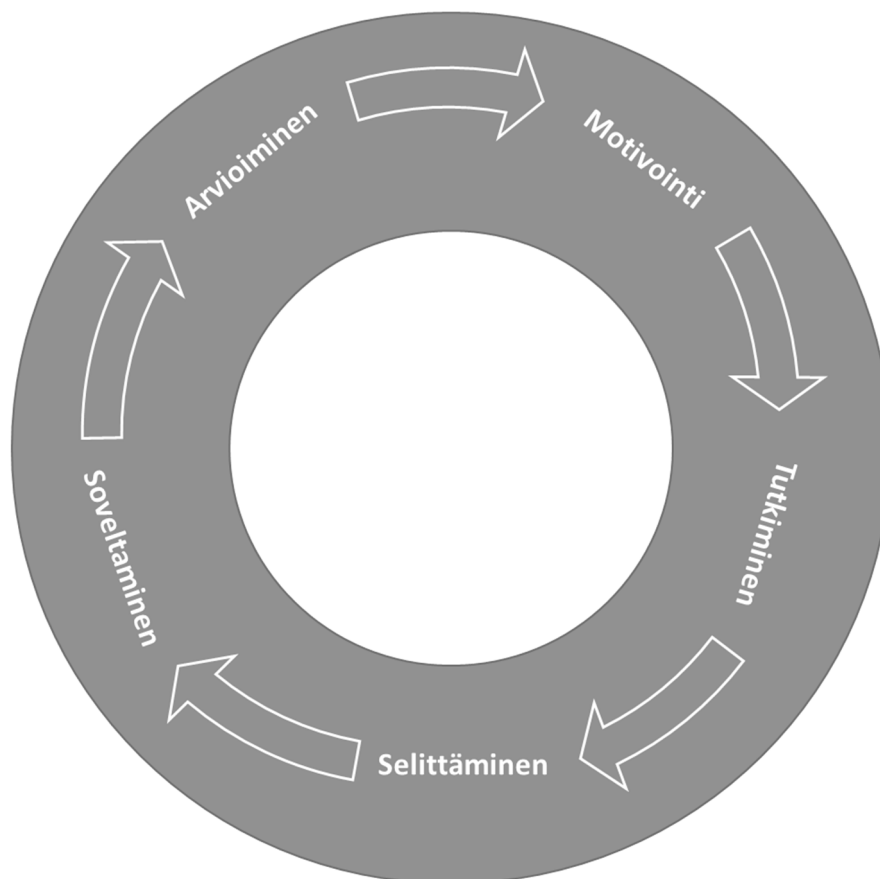
1. Oppijat sitoutetaan tieteellisesti suuntautuneilla kysymyksillä.
2. Oppijat antavat etusijan näytölle, mikä mahdollistaa tieteellisesti painotuneiden kysymysten kehittelyn ja selittämisen.
3. Oppijat muotoilevat näytön pohjalta selityksiä painottaakseen tieteellisesti suuntautuneita kysymyksiä.
4. Oppijat arvioivat selityksiään erityisesti niiden vaihtoehtoisten selitysten valossa, jotka osoittavat tieteellistä ymmärrystä.
5. Oppijat keskustelevat ja perustelevat esittämiään selityksiä.

Tutkivan oppimisen mallia hyödynnetään paljon ja sen pohjalta on kehitetty erilaisia malleja. Yksi niistä on 5E-malli.

2.3 5E-malli osana tutkivan oppimisen perinnettä

Eräs käytössä olevista tutkivaa oppimista hyödyntävä, luonnontieteiden opetuksen suunnittelun ja toteuttamisen tueksi kehitetty rakenne on 5E-malli (Bybee

ym. 2006, 8-10). Malli kuvaa tutkivan oppimisen menetelmiä viitenä eri vaiheena, jotka liittyvät saumattomasti toisiinsa ja seuraavat toisiaan yhä uudelleen, jatkuvasti tarkentuen. Kuviossa 2 esitän asian yksinkertaisen kuvan avulla.



KUVIO 2. Tutkivan oppimisen 5E-mallin vaiheet

Coen kiteyttämänä 5E-mallin (kuvio 2) vaiheet kuvaillaan näin. 5E-mallin ensimmäinen vaihe, motivointi tai sitouttamien, tarkoittaa esinettä, tapahtumaa tai kysymystä, jonka avulla oppilaat motivoitetaan pohtimaan aihepiiriä, johon aletaan tutustua. Silloin yhdessä pohditaan, mitä oppilaat jo etukäteen aiheesta tietävät ja voivat itse tehdä. Toisessa vaiheessa oppijat tutkivat aiheeseen liittyviä esineitä ja tapahtumia, ja he saavat tarvittaessa ohjausta opettajalta. Kolmas vaihe, selittäminen liittyy siihen, että oppilaat kertovat, miten ovat ymmärtäneet käsitteet ja ilmiön tai tutkittavan prosessin. Uusia käsitteitä ja taitoja esitellään oppilaille samalla, kun käsitteiden selvyyttä ja niiden välisiä yhteyksiä etsitään. Neljäs

vaihe on soveltaminen, jonka aikana oppilaat saavat mahdollisuuden lisätä käsitteitä aihepiiriin sekä kehittää ja laajentaa ymmärrystään ja taitojaan toiminnallisten kokeilujen kautta. Viides ja viimeinen vaihe on arviointi, jonka aikana oppilaat arvioivat tietojaan, taitojaan ja osaamistaan. Työskentelyä tarkkailemalla opettaja voi arvioida oppilaiden edistymistä sekä oppitunnin vaikuttavuutta. (Bybee ym. 1989 työn pohjalta Coe 2001.) Viidennen vaiheen jälkeen tutkittava aihe on tarkentunut niin, että hankittu tieto voidaan suunnata uuden viiden E:n prosessin kautta tarkasteltavaksi. Uuden prosessointikierroksen alku kohta valitaan sen mukaan, kuinka edellinen prosessi on edennyt ja mitä tarkennusta tutkimusprosessissa on ilmennyt.

5E-mallin avulla käsiteltävä aihe pyritään esittelemään ja opiskelemaan niin kokonaisvaltaisesti, että opitaan uutta ja opittua voidaan soveltaa uusissakin yhteyksissä. Malli on osa tutkivan oppimisen perinnettä ja se on kehitetty yhdysvaltalaisen BSCS-opetussuunnitelmatutkimuksen projektissa 1980-luvulla. Www-sivullaan projektillaiset kertovat, että heidän työnsä pohjautuu Ausubelin ja Vygotskin käsityksiin oppimisesta ja opettamisesta (BSCS-projekti.)

BSCS-projektin sivuilla menetelmän olennaisina osina mainitaan oppilaiden ennakkotiedot opetettavasta aiheesta sekä oppilaiden vuorovaikutus opetuksen osana. Projekti siis ponnistaa konstruktivismin peruskäsitteistä: tiedon rakentumisesta vuorovaikutuksessa ja lähikehityksen vyöhykkeestä. Lisäksi tutkijat mainitsevat artikkelissaan omaksuneensa Herbartilta, Deweyltä, Atkinilta ja Karplusilta osia heidän opetusmalleistaan. Näitä aiemmin esiteltyjä malleja ja opetusfilosofioita he ovat yhdistelleet ja kehittäneet eteenpäin rakentaessaan 5E-mallia. (Bybee ym. 2006, 4 ja 13.) 5E-mallista kerron lisää vielä aineiston ja menetelmien yhteydessä.

2.4 Tutkiva oppiminen aiemman tutkimuksen valossa

Miten opetusta ja kokeellisia tunteja sitten pitäisi suunnitella, että tutkimuksen tekemisen taitojen lisäksi opittaisiin myös aiheena oleva ilmiö? Furtak, Seidel,

Iverson ja Briggs (2012) mainitsevat, että parhaita tuloksia näyttäisi syntyvän silloin, kun oppilaat saadaan sitoutettua keksimään, kehittämään ja arvioimaan selityksiä, osana muita luonnontieteiden opiskelun aktiviteetteja (Furtak, Seidel, Iverson & Briggs 2012, 323). Oppilaille räätälöidyistä ryhmistä on myös apua opetuksen tulosten kannalta. Rozenszayn ja Assaraf (2009) esittävät, että kaikki oppilaat hyötyvät eniten, jos ryhmät ovat kyllin heterogeenisiä. Silloin ryhmän sisäiset keskustelut lisäävät kaikkien osaamista ja osallistumista. Edistyneemmät oppilaat hyötyvät, kun joutuvat perustelemaan ajatuksensa niin, että vähemmän osaavat ymmärtävät heidän ideansa; vähemmän edistyneet hyötyvät, kun saavat osallistua edistyneempien keskusteluun (Rozenszayn & Assaraf 2009, 140). Edistyneitä ja aloittelevia oppilaita ei siis heidän tulostensa mukaan kannata missään nimessä opettaa erillisissä ryhmissä.

Toisaalta taas tietoa rakentavat koskevat keskustelut käytiin lähinnä silloin, kun oppilaiden opiskelutaidot olivat riittävän lähellä toisiaan eivätkä erot asiaosaamisessa olleet liian suuria (Rozenszayn & Assaraf 2009, 136 - 137). Heidän havaintonsa siis olivat Vygotskin lähikehityksen vyöhykkeen suuntaiset (Vygotski 1982, 184 - 186). Rozenszayn ja Assaraf toteavat, että opettajalla on tärkeä rooli toimia arki- tai virhe käsitysten (misconceptions) oikaisijana. Myös aktiivinen toimiminen opiskelijoiden ohjaajana mainittiin. Oppilasryhmässä, joissa opiskelijoilla oli erilaiset oppimisvalmiudet ja myös vaihtelevat kenttätyöskentelytaidot, tämä on erityisen tärkeää. He muistuttavatkin, että opettajien tulisi ottaa huomioon erilaiset lähtökohdat ja osaamistasot, kun nämä jakavat tutkimuskursien tehtävänantoja. (Rozenszayn & Assaraf 2009, 140). Hekin siis kiinnittävät huomiota suunnitteluun ja kyllin tarkkaan ohjaukseen, kun opiskelu on tutkimuksen tekoa. Ohjauksen merkitystä siis korostetaan, vaikka tutkimukseen osallistujat ovat olleet lukioikäisiä opiskelijoita, joiden työskentelytaidot ovat jo kehittyneempiä, kuin peruskouluikäisillä. Tai ainakin heillä on ollut useampi vuosi aikaa taitojaan kehittää.

2.5 Opettajankoulutus ja luonnontieteiden opettaminen

Käpylä ym. (2009) kirjoittavat, että opettajan pedagoginen sisältötieto on tärkeä osa ammatillista osaamista. Myös ainekohtainen sisältötieto on välttämätöntä, että opettajan pedagoginen sisältöosaaminen voi kehittyä. (Käpylä, Heikkinen & Asunta 2009, 1397). Ilman tarpeeksi hyvää ainekohtaista tietoa opettaja ei voi tunnistaa oppilaiden virhekäsityksiä. Syynä tähän on, että opettajan oma arki ajattelu tai virhekäsitykset haittaavat opetettavan ilmiön tieteellistä ymmärtämistä. (Käpylä ym. 2009, 1407). Opettaja ei siis ymmärrä, että oppilaan käsitykset aiheesta ovat puutteellisia tai jopa tyystin virheellisiä, koska hän ei itse ole ymmärtänyt opetettavana olevaa asiaa kyllin perusteellisesti.

Käpylä ym. myös esittävät suoraan, että joitain pedagogisen sisältöosaamisen osia, kuten opetukseen sopivia kokeita ja demonstraatioita, on syytä opettaa opettajaopiskelijoille koulutuksen aikana. He nimittäin huomasivat, että näitä taitoja ei tullut opiskelijoille itsestään, ei hyvän ainekohtaisen sisältöosaamisen eikä pedagogisen sisältöosaamisen kautta. (Käpylä ym. 2009, 1408). Käpylän ym. mielestä opettajaksi opiskeleville pitäisikin koulutuksessa esitellä opetusmenetelmiä, jotka sisältävät selvän rakenteen lisäksi myös opettavaan aiheeseen liittyvää erityistä osaamista. Heidän tutkimuksensa osoitti, että luokanopettajaksi opiskelevilla vaikeudet oppitunnin suunnitteluvaiheessa johtuivat useimmiten heikosta sisältöosaamisesta. Aineenopettajaksi opiskelevilla ongelmat aiheutuivat heikosta oppilaiden osaamistason tuntemuksesta. (Käpylä ym. 2009, 1405 - 1406.) Tutkijat esittävät näihin ongelmiin ratkaisuksi, että opettajankoulutuksen osana tarjotaan tutkivan oppimisen kursseja, joiden erityisenä sisältönä on kokeiden toteuttaminen ainekohtaisesti painottaen. (Käpylä ym. 2009, 1411.)

Banchi ja Bell (2008, 26) esittävät mallissaan ajatuksen siitä, että oppilaita ei voi jättää yksin pohtimaan koko tutkivaa työtappaa, vaan myös työmenetelmäosaamista täytyy rakentaa pala palalta (taulukko 1). Saman asian hieman eri sanoin ja perustellummin kertovat Furtak ym. (2012). Tekemässään laaja-aineistoisessa metatutkimuksessa he huomasivat, että opettajajohtoisesti toteutetut tutkivan oppimisen tunnit vaikuttavat huomattavasti enemmän oppimistuloksiin,

kuin tutkivan oppimisen tunnit, jotka ovat oppilaiden johdolla toteutettuja. (Fur-tak ym. 2012, 323–324.)

Opettajilla on siis edelleen paikkansa luokassa taikka ainakin sen lähistöllä, vaikka oppilaat itse osallistuisivatkin aktiivisesti oppimisensa järjestämiseen. Jos opettaja toimii osana oppijoiden yhteisöä, toimii hänen ammattitaitonsa ja tutki-musosaamisensa koko ryhmän yhteisenä resurssina. Opettajan hyvin suunnitte-leman opetuksen ja oppimisympäristön ansiosta oppilaiden huomio ohjautuu niihin ilmiöihin ja käsitteisiin, joiden kautta oppilaat voivat hankkia tietoja laa-jemmista kokonaisuuksista. Tämän vuoksi on tärkeää kiinnittää huomiota siihen, mikä tuntien ja kurssien suunnittelussa voi mennä pieleen.

2.6 Tutkivan oppimisen kritiikkiä

Kaikkea laboratorio- tai tutkimustyöskentelyä ei kuitenkaan voida pitää luon-nontieteiden opiskeluna. Derek Hodson (2014) esittää kritiikkiä tutkivan oppimi-sen vallitsevia käytäntöjä kohtaan. Hänen mielestään liian avoimet tehtävänä-nnot ja liian useat samanaikaiset tuntitavoitteet vaikeuttavat tieteellisen työsken-telyn avulla oppimista (Hodson 2014, 2550). Hän esittää, että luonnontieteellisten aineiden oppimistavoitteet pitäisi suunnata tieteen oppimiseen (Learning science), tieteestä oppimiseen (Learning about science), tieteen tekemiseen (Doing science) ja tieteen sosiaalisten ulottuvuuksien osoittamiseen (Addressing socio-scientific issues) (Hodson 2014, 2537). Näihin teemoihin keskittyminen, nii-den opiskeluun erityisesti suunnatuilla painotuksilla, parantaisi Hodsonin mu-kaan luonnontieteiden opetuksen tasoa. Hänen ajatuksenaan on, että liiallinen toiminnallisten tutkimusten ja kokeiden painottaminen saattavat hämärtää oppi-laiden käsitystä siitä, mikä on opiskeltava asiasisältö. Tämä toiminta ilman tar-koitusta taas huonontaa asennetta tieteen opiskelua kohtaan. (Hodson 2014, 2538.)

Toiminnalliset tutkimukset kannattaisi Hodsonin mielestä toteuttaa niin, että niiden avulla syvennettäisiin tiettyjen, tarkasti valikoitujen ilmiöiden ym-

määrystä, esimerkiksi silloin, kun teoreettinen viitekehys on jo opittu ja sitä halutaan testata (Hodson 2014, 2539). Hänen kritiikkinsä näyttää loppujen lopuksi kohdistuvan huonoon opetuksen suunnitteluun ja heikkoon tavoitteen asetteluun. Hän myöntää, että osallistumalla tieteen opiskeluun voidaan saavuttaa useita tavoitteita samanaikaisesti ja lopuksi hän itsekin toteaa, että "Thus, doing science involves learning science and learning about science." (Hodson 2014, 2551.) Hodson jatkaa, että tieteen prosessien opiskelu ilman keskustelua, pohdintoja sekä osallisuutta, ei herätä kysymyksiä, joiden avulla tutkimuksellinen ajatteluprosessi kehittyisi (Hodson 2014, 2551–2552). Hodsonin näkemyksen mukaan tällainen kokonaisvaltainen tieteellisen ajattelun opettamisen taito puuttuu useilta opettajilta ja opiskelijoilta, jotka ovat ryhtymässä opettajaksi. Siksi oppilaiden sitoutuminen luonnontieteiden taitojen opiskeluun jää heikoksi. Hodson päättääkin kritiikkinsä siihen, että opettajille täytyisi pystyä tarjoamaan enemmän taitoja, joiden avulla he voivat opettaa paremmin aidon tieteellisen työtavan mukaisesti. (Hodson 2014, 2552.) Kohdistuuko Hodsonin kritiikki luonnontieteiden opiskelun menetelmiä ja tavoitteiden määrittelyä enemmän huonoihin opettajiin ja heikkoon opettajankoulutukseen, vai onko se enemmänkin muistuttelua siitä, että opiskelun tulee edetä ohjatusti ja pala kerrallaan, kuten Banchi ja Bell (2008, 27) esittävät?

Myös Käpylä ym. kirjoittivat, että luokanopettajaopiskelijoilla tuntisuunnittelun ongelmista suurimpana oli sisältöosaaminen. Aineenopettajaksi opiskelevat taas kaipasivat ainekohtaisia opetustaitoja. (Käpylä ym. 2009, 1409.) Opettajaksi opiskelevat ovat vastauksien perusteella Käpylän ym. haastattelussa olleet tietoisia siitä, että heillä on puutteelliset opetusvalmiudet. Opettajankoulutusta koskevassa tutkimuksessa asia on jo aiemmin huomioitu, joten kyse lienee siitä, että Hodson pyrki nostamaan esille näkökulman, että kaikkia asioita ei voi opettaa yhdellä tunnilla. Tutkiva oppiminen on tehokas keino siirtää opiskelu lähemmäs sellaisia yhteyksiä, joissa opittavia tietoja koulun ulkopuolellakin tullaan soveltamaan. Tynjälä huomauttaa, että koulutuksen käytäntöjä on kritisoitu

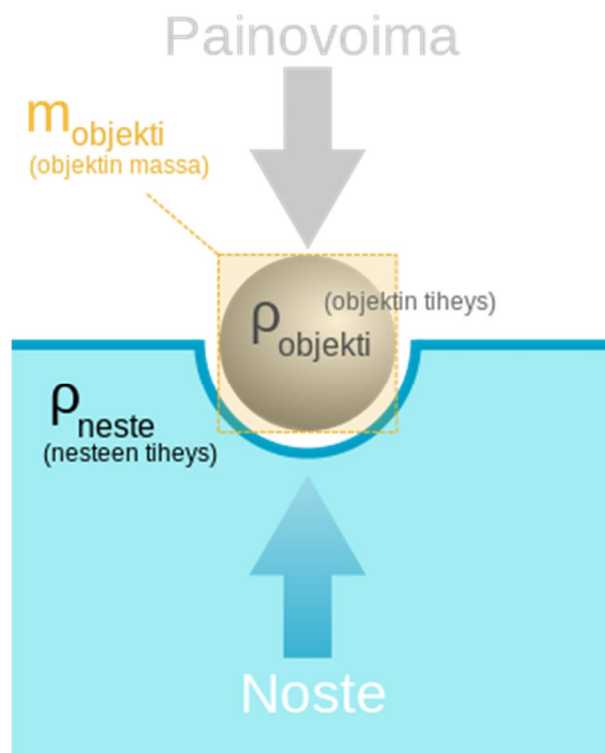
nimenomaisesti oppimisen dekontekstualisoinnista eli käyttöympäristöstä irrottamisesta (Tynjälä 1999, 168). Hodsonin esittämät ongelmakohdat mukailevatkin hyvin aiempia huomioita tutkivan oppimisen hankaluuksista.

3 KELLUMISEN JA UPPOAMISEN OPETTAMINEN AIEMMASSA TUTKIMUKSESSA

Kawasaki ym. (2004), Havu-Nuutinen (2005) sekä Leuchter, Saalbach ja Hardy (2014) ovat tutkineet uppoamisen ja kellumisen tieteellisten käsitteiden oppimista. Juuri tätä samaa asiaa käsittelevät tuntisuunnitelmat, jotka nyt ovat tutkimuksen kohteena. Aikaisemmissa tutkimuksissa on perehdytty siihen, millä tavalla oppilaiden käsitteenmuodostus etenee, mutta opettajien taikka opettajaksi opiskelevien käsityksiä asian opettamisesta ei ole selvitetty.

3.1 Kelluminen ja uppoaminen: nosteen käsite fysiikassa

Noste on voima, joka vaikuttaa kappaleisiin paine-eron vuoksi eri voimakkuudella kappaleen ylä- ja alapuolella. Nesteessä olevaan kappaleeseen vaikuttavat painovoima ja noste. Kuviossa 3 esitetään asia kuvallisesti (Palosirkka, 2008).



KUVIO 3. Objektiin vaikuttavat voimat (Palosirkka 2008)

Nosteesta johtuen kappale voi kellua vedessä, taikka painaa siinä vähemmän kuin ilmassa. Lukion fysiikan oppikirjassa (Lehto, Havukainen, Maalampi & Leskinen 2012, 86) nostetta kuvaillaan näin:

Kappaleeseen kohdistuu nesteessä ja kaasussa väliaineesta aiheutua voima, noste. Hydrostaattinen paine aiheuttaa nesteessä olevaan kappaleeseen kappaletta nostavan voiman, koska paine on kappaleen alapinnan korkeudella suurempi kuin yläpinnan korkeudella

Oppikirjassa esitellään myös Arkhimedeen laki: ”Kun kappale on väliaineessa, siihen kohdistuu ylöspäin noste, joka on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän väliainemäärän paino.” (Lehto ym. 2012, 86.) Sekä nosteen käsite että Arkhimedeen laki mainitaan tuntisuunnitelman pohjamateriaalina käytetyn oppikirjan aukeaman tekstissä. Ilmiö on melko monipuolinen ja kellumiseen tai uppoamiseen vaikuttavia fysiikan käsitteitä liittyy aihepiiriin useampia. Ei siis ole ihme, että oppilaille on monia virhekäsityksiä nosteesta.

3.2 Eikös se mennytään näin... Kognitiivisen konfliktin merkitys opetuksessa

Myös Sari Havu-Nuutinen (2005) on selvittänyt asiaa nimenomaisesti uppoamisen ja kellumisen käsitteiden avulla, käsitteenmuodostuksen ja ilmiön ymmärtämisen näkökulmasta. Hänen työssään näkyy myös käsitteenmuokkauksellinen näkökulma (Havu-Nuutinen, 2005, 260.) Hän tutki asiaa esikouluikäisten lasten kannalta, koska sitä ennen asiaa oli selvitetty vain vanhempien oppilaiden näkökulmasta (Havu-Nuutinen 2005, 259). Hän totesi, että tutkiva oppiminen oli hyvä keino lisätä lasten ymmärrystä aihepiiristä. Tämä johtui sekä kognitiivisesta konfliktista että positiivisesta ilmapiiristä. (Havu-Nuutinen 2005, 274–275.) Lapset jaksoivat keskittyä yhdessä työskentelyyn kahden tunnin ajan ja jälkikäteen haastattelussa kuvailivat oppimiaan asioita oikeilla käsitteillä. Samalla lapset oppivat tieteellisiä työtapoja. (Havu-Nuutinen, 2005, 277.)

Niin luonnontieteiden opettamisessa kuin konstruktivistisessä lähestymistavassa yleensäkin pidetään tärkeänä, että oppilaiden arki- ja virhekäsitykset saa-

daan selville. Tutkivan oppimisen ajattelumallissa juuri virhekäsitykset ovat tärkeässä osassa kognitiivisen konfliktin syntymiseksi, eli ne ovat oppimisen tärkeä osa (Tynjälä 1999, 167).

3.3 Arkikäsitys ja virhekäsitys: mitä ne tarkoittavat?

Arkikäsitukset ovat ihmisten päivittäisessä elämässään muodostamia arvauksen tai aavistuksen omaisia näkemyksiä ja uskomuksia eri aiheista. Luonnontieteiden opettamisen yhteydessä siis käsityksiä siitä, miksi maailma toimii tietyllä tavalla. Jotkut tällaisista uskomuksista ovat kauempana tieteellisestä teoriasta kuin toiset. Silloin puhutaan arkikäsitysten lisäksi virhekäsityksistä.

Joissakin yhteyksissä näitä kahta termiä käytetään toistensa synonyymeinä, mutta Hardy, Jonen, Möller ja Stern (2006) määrittelivät tutkimuksessaan kellumisesta ja uppoamisesta olevia, ei-tieteellisiä käsityksiä kahteen luokkaan: virhekäsityksiin (misconceptions) ja arkikäsitteisiin (explanations of every day life). Hardy ym. luokittelivat tutkimusaineistonsa vastaukset *virhekäsityksiin*, jos ne painottuivat yksipuolisesti massan, tilavuuden tai muodon vaikutukseen taikka jos vastauksissa pidettiin ilmaa keskeisenä vaikuttavana voimana. Esimerkkeinä selvistä virhekäsityksistä he antavat vastauksia kysymykseen ”Mitä tapahtuu puulevyllä, johon on porattu reikiä, kun se laitetaan veden pinnalle?” Jos vastaus oli esimerkiksi, ”Uppoaa, koska vesi pääsee läpi rei’istä ja levy tulee painavammaksi” taikka ”Kelluu, koska paino on levittyneenä laajalle alalle.” *Arkikäsitteiksi* vastaukset luokiteltiin, jos niissä käsitettiin veden rooli (esineen mainittiin olevan painavampaa tai kevyempää kuin vesi); ymmärrettiin materiaalin laadun käsite; sekä esineiden onttous kellumisen tai uppoamisen syinä. Oppilaiden vastauksia tässä kategoriassa olivat esimerkiksi ”Kelluu, koska se on puuta.” sekä ”Kelluu, koska vesi painaa enemmän.” (Hardy, Jonen, Möller & Stern 2006, 315.)

3.4 Kellumisen ja uppoamisen opettaminen: tutkivan oppimisen tuloksia

Havu-Nuutisen jälkeen myös Miriam Leuchter, Henrik Saalbach ja Ilonca Hardy (2014) ovat tutkineet kellumisen ja uppoamisen käsitteiden muodostumista ja tarkentumista esi- ja peruskoululaisilla. Heidän mukaansa vertailua ja tieteellistä perustelua sisältävä, hyvin rakennettu opetussuunnitelma auttaa lasten ajattelua kehittymään kohti tieteellistä käsitystä. (Leuchter, Saalbach & Hardy 2014, 1751.) Leuchterin ym. tutkimuksen opetusjakso kesti neljä viikkoa, ja he järjestivät oppimisympäristön erityisesti kellumisen ja uppoamisen käsitteisiin liittyvää opettamista silmällä pitäen. Lapsille tarjottujen tutkimusmateriaalien ja ohjaavan opettamisen tuottamia tuloksia arvioitiin ennen ja jälkeen opetusjakson. Haastattelu koostui kahdesta osasta. Ensimmäisen alku- ja loppumittauksessa oppilaita pyydettiin kertomaan ja perustelemaan, mitkä heille esitellyistä, erimuotoisista ja materiaaleiltaan vaihtelevista esineistä kelluvat ja miksi. Perusteluita arvioitiin sen mukaan, kuinka paljon arkikäsitteisiä ne sisälsivät. Lisäksi oppilaita pyydettiin toisessa testiasetelmassa arvioimaan erilaisten onttojen ja kiinteiden esineiden kellumista tai uppoamista. Lapsia pyydettiin tässä mittauksessa valitsemaan näytteillä olevista esineistä sellaisia, jotka kelluvat. Esineet olivat muodoltaan vaihtelevia. (Leuchter ym. 2014, 1762 – 1763.)

Leuchterin ym. tutkimuksessa oppimistulokset olivat hyvät. Ennen opetusta 63 % oppilaista osasi arvioida, mitkä esineet kelluvat ja mitkä uppoavat. Opetuksen jälkeen osasi 82,3 %. Kiinteän ja ontton esineen kelluvuuden arviointitaidossa tulos oli ennakkomittauksessa 11,9 % ja opetuksen jälkeen 51,3 %. Tulokset olivat selvästi paremmat kuin kontrolliryhmässä, jossa ennen opetusta 63,5 % osasi luokitella kelluvia ja uppoavia esineitä, kun opetuksen jälkeen tulos oli enää 58,1 %. Vastaavasti kiinteän ja ontton esineen kelluvuuden arviointitaito oli 9,3 % ennen opetusta, kun se opetuksen jälkeen oli 17,1 %. (Leuchter ym. 2014, 1767.) Myös Kawasaki ym. kertovat, että oppilaiden tutkimus- ja keskustelutaidot siirtyivät opetuksen johdosta tiedemiesmäisempään suuntaan (Kawasaki ym. 2004, 1320).

Aikaisempien tutkimusten valossa näyttäisi järkevältä opettaa monimutkaisia, käsitteiden muodostamista ja niiden muuttamiseen tähtääviä aiheita nimenomaan tutkivan oppimisen kautta. Myös oppilaiden väliset sekä opettajan ja oppilaiden väliset pohdinnat ja itse tehdyt havainnot saavat aikaan sen, että omat virhekäsitykset paljastuvat huomattavasti nopeammin, kuin itsenäisesti opiskellessa (Tynjälä 1999, 164). Lisäksi, pienten lasten lukutaidon puuttuminen estäisi monimutkaisten käsitteiden opiskelun kirjoista, joten tekemällä opiskelu voi joskus – ei ehkä ainoa, mutta paras mahdollinen keino.

Myöskään abstraktin ajattelutaidon puutteet eivät välttämättä haittaa, kun käsitteitä voidaan heti konkretisoida. Silloin on tärkeää pitää mielessä oppilaiden kehitystaso. Hsin ja Wu (2011) huomauttavat, että oppimisen mahdollisuudet ja käsitteiden opastettu pohtiminen pitää suunnitella oppilaiden käsitteellinen ajattelukyky huomioiden. He ovat tutkineet uppoamisen ja kellumisen käsitteiden opettamista neli- ja viisivuotiaille lapsille scaffolding-menetelmän (tuettu oppiminen) avulla. Heidän havaintojensa perusteella nelivuotiaiden käsitykset kellumisen tai uppoamisen syistä vaihtelivat vielä paljon, mutta viisivuotiailla nosteen käsite alkoi jo muodostua. (Hsin & Wu 2011, 664–665). Tutkiva oppiminen vaikuttaa siis olevan tehokas tapa sekä aloittaa että viedä pidemmälle tieteen opiskelua ja tieteellisten työmenetelmien harjoittelua, etenkin kouluikäisillä lapsilla.

Aikaisempien tutkimusten ansiosta siis tiedetään, että viisivuotiaat ja sitä vanhemmat lapset hyötyvät tutkivasta oppimisesta paljon. Tämän vuoksi tutkiva oppiminen on mukana siinä keinovalikoimassa, joita Jyväskylän yliopiston Opettajankoulutuslaitoksessa koulutuksen aikana tarjotaan. Vielä ei kuitenkaan ole tutkittu, millä tavalla opettajaksi opiskelevat aikovat näitä fysiikan oppiaineen piiriin liittyviä käsitteitä oppilailleen opettaa taikka kehittykö tutkivan oppimisen hyödyntäminen koulutuksen ansiosta.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Aineiston hankkiminen

Tutkimuksen aineisto on kerätty syyslukukaudella 2012, Ilkka Ratisen ohjaaman ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssin aikana. Kurssin rakenne oli suunniteltu ja toteutettiin 5E-mallin (kuvio 2 ja Bybee ym. 2006, 8 - 10) mukaisesti. Opiskelijat saivat näin ollen mallin käytöstä esimerkkejä sähkömagneettisen säteilyn, aineen rakenteen ja hiukkasluonteen, planetaaristen ilmiöiden sekä ekosysteemin aine- ja energiavirtoihin liittyvien harjoitusten avulla. Tutkivan oppimisen näkökulmasta ympäristö- ja luonnontiedon aineiden sisältöjä käsiteltiin yhteensä kahdeksan opetuskerran aikana. Jokainen opetuskerta koostui kolmesta 45 minuutin oppitunnista. Esimerkiksi valoon ja sähkömagneettiseen säteilyyn perehdyttiin dialogisesti, pohtimalla ryhmänä, millaisia käsityksiä oppilaille on siitä, millaista valo on. Näkökulmana olivat arki- ja virhekkäsitykset. Lisäksi tutkittiin valonsädemallin rakentamista, valon etenemistä sekä valoa ja värejä. Käsiteltävät aiheet sidottiin kasvihuoneilmiöön ja ilmaston lämpenemiseen.

Tutkimukseen osallistuvat opiskelijat valikoitiin sen perusteella, että he kaikki olivat suorittaneet kurssin samassa demonstraatioryhmässä. Tällä haluttiin varmistaa, että he ovat osallistuneet saman kouluttajan ohjaamille demoille, eli ovat saaneet yhtäläisen ohjauksen ja ovat tehneet molemmat tuntisuunnitelmansa saman ohjaajan läsnä ollessa. Myöskin tuntisuunnitelmien laatimisohje on ollut tässä tapauksessa kaikille täsmälleen sama, ja kaikki ovat kuulleet muiden opiskelijoiden esittämiin tarkentaviin kysymyksiin annetut vastaukset.

Opiskelijoilta, joita oli 18, kerättiin esitiedot ennen kurssia (Liite 1). Heistä on naisia 16 ja miehiä 2. Opiskelijat ovat valtaosin opintojensa alkuvaiheessa: heistä kolmella on enemmän kuin yksi opetusharjoittelu suoritettuna. Yksi ei ole antanut tietoja ja loput 14 ilmoittavat, että ovat suorittaneet yhden harjoittelun. Opiskelijoista kaksi ilmoitti, että heillä on enemmän kuin yksi kuukausi kokemusta opettajantyöstä. Yksi ei vastannut kysymykseen ja loput 15 ilmoittavat

kuukauden tai sitä lyhempiä aikoja. Opiskelijoille kerrottiin, että tuntisuunnitelmia käytetään tutkimusaineistona, kun pyritään tutkimaan ympäristö- ja luonnontiedon opettamisen taitojen kehittymistä opintojen aikana. Heille myös painotettiin, että tutkittavien henkilöllisyys ei tule paljastumaan, kun tutkimus julkaistaan. (Ratinen, 2015.)

Ensimmäinen tuntisuunnitelma tehtiin 5.9.2012, eli ensimmäisen opetuskeran aikana ja toinen suunnitelma 31.10.2012. Jokainen tutkimukseen osallistuva on saanut saman tehtävänannon (liite 1), jonka perusteella opiskelijat ovat tehneet tuntisuunnitelmansa. Tunnin aiheena on nosteen käsitteen opettaminen viidennen luokan oppilaille. Tuntia suunnitellessaan opiskelijat ovat käyttäneet tukimateriaalinaan oppikirjan kappaletta ”Vedessä sinusta tulee voimamies” (Liite 2). Tuntisuunnitelmissaan opiskelijoita pyydettiin esittämään oppitunnin vaiheet: V1: opetuksen tarkoitus, V2: opetuksen ydinsisällöt, V3: käytettävät työtavat, V4: vuorovaikutussuunnitelma ja V5: arviointi. Jokainen opiskelija laati tuntisuunnitelmansa itsenäisesti.

4.2 Aineiston luokittelu

Olen luokitellut ja kvantifioinut tuntisuunnitelmat 5E-mallin teemojen mukaisesti (kuvio 2 ja Coe 2001). Materiaali luokiteltiin sisällönanalyysin avulla, ja tuntisuunnitelmista pyrittiin etsimään ja tunnistamaan asiakokonaisuuksia, joiden avulla opiskelijat suunnittelevat nosteen käsitettä opettavansa. Nämä asiakokonaisuudet määriteltiin 5E-mallin teemojen mukaisesti ja ne kvantifioitiin (Tuomi & Sarajärvi 2009, 106 ja 120). Myös sisällönanalyysi tehtiin 5E-mallin viitoittamalla pohjalla. Analyysitapa on siis teoriaohjaava sisällönanalyysi. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 117). Kvantifioitu aineisto taulukoitiin niin, että sitä voitiin verrata oppikirjan aukeamasta tehtyyn, vastaavaan kvantifiointiaineistoon sekä ennen että jälkeen opetuksen. Tulokset esittelen kuviossa 4. Tutkittavakohtaisesti laske-
tut 5E-teemojen maininnat ovat liitteessä 3, joka on omaan käyttöön tekemääni

muotoilematonta tausta-aineistoa. Nämä luvut yhteenlaskettuna ja kuvaajilla esitettyinä esitän siis kuviossa 4. Liitteestä 3 ilmenee myös, kuinka ennakkokäsitysten maininnat kehittyivät ennen ja jälkeen opetuksen.

4.2.1 Tuntisuunnitelmien sisällön mukainen luokittelu

Tuntisuunnitelma on nimensä mukaisesti suunnitelma jostakin tulevaisuuteen tähtäävästä toiminnasta. Suunnitelmaan on mahdollista kirjata vain aikomuksia siitä, mitä aikoo opettaa, eli suunnitelmaan kirjatut seikat eivät välttämättä koskaan tapahdu luokkahuoneessa opetuksen aikana (Käpylä ym. 2009, 1408). Kaikkea luokassa tapahtuvaa ei kuitenkaan voi suunnitella, vaan ennakoimattomia asioita tapahtuu aina. Se on kuitenkin varmaa, että tuntisuunnitelmaan voi kirjata vain sellaisia asioita, joita on ajatellut jo etukäteen. Mikään tuntisuunnitelmaan kirjattu ei päädy sinne itsestään, vaan kirjaus on aina merkki tehdystä ajatustyöstä. Joskus kuitenkin toimintatavat, jotka ovat liian itsestään selviä, eivät välttämättä koskaan päädy kirjattuun suunnitelmaan saakka. On mahdollista, että pitää jotakin tärkeänä, mutta kirjaaminen unohtuu. Sen vuoksi on tarkasteltava erityisellä huolella muutosta, joka on havaittavissa ensimmäisen ja toisen suunnitelman välillä. Jos jotain on lisätty suunnitelmaan, tulkitseen niin, että asia on oppimisen tuloksena päätetty kirjata ylös, mutta täyden varmuuden jokaisen opiskelijan kohdalla voisi saada vain uudella haastattelulla. Jos taas jotain puuttuu uudesta suunnitelmasta, voi se johtua tietoisesta päätöksestä jättää asia pois, unohduksesta tai siitä, että asia on jo ensimmäisessä suunnitelmassa kirjattuna, ja opiskelija on kirjannut vain muutettavan asian.

Aluksi selvitin, mitä asiakokonaisuuksia teksteissä käsiteltiin. Tuntisuunnitelma saatettiin esimerkiksi aloittaa kuvailemalla oppilaiden kanssa käytäviä aktivointi- ja motivointikeskusteluja. Suunnitelmissa oppilailta esimerkiksi kysytään (avoimin kysymyksin) uimiseen ja onkimiseen liittyviä kokemuksia, joissa nosteen vaikutus on saatettu huomata. Tällaiset aiheet ryhmittelin teemaksi motivointi. Tutkimuksen tekoa ja toiminnallisia menetelmiä koskevat maininnat ryhmittelin taas teemaksi tutkiminen. Jos oppilaat osallistettiin selittämään ha-

vaitsemiaan ilmiöitä, kuului maininta teemaan selittäminen. Tähän tapaan virkkeet tai suunnitelman rakenteet merkittiin numeroilla yhdestä viiteen sen mukaisesti, mitä 5E-mallin numeroitua teema (5E1: motivointi; 5E2: tutkiminen; 5E3: selittäminen; 5E4: soveltaminen; 5E5: arviointi) kukin virke edusti. Jos lauseita ei mielestäni voinut liittää mihinkään 5E-teeman (kuvio 2) asiayhteyteen tai ne olivat irrallista faktatiedon luettelua, olen jättänyt ne kvantifioimatta.

Kutakin teemaa edustavan lauseen yhteyteen liitettiin sitä selittäviä virkeitä niin monta, kuin niitä oli selvästi havaittavissa. Jos tuntisuunnitelman vaihe muuttui, mutta 5E-luokittelun mukainen teema pysyi samana, annettiin sille toisenkin merkintä. Esimerkiksi, jos tuntisuunnitelman vaiheet "V1. opetuksen tarkoitus" ja "V2. opetuksen ydinsisällöt" koostuivat molemmat yksinomaan 5E-teemasta 5E1: motivointi, niin se sai kaksi merkintää kvantifioinnissa. Esimerkkejä lauseista, jotka kuuluvat teeman 5E1: motivointi -alle: "Oppilaiden omien kokemusten ja havaintojen pohjalta ymmärretään mitä käsitteet tarkoittavat; Mitä omia kokemuksia heillä asiasta on?; Oppilaat saavat kertoa kesän kalastus/uuintikokemuksistaan kuinka he havaitsivat nosteen vaikutuksen."

Liitteen 1 tehtävänannon mukaisesti tuntisuunnitelmaan kuului myös arviointi (V5). Joissakin tapauksissa arviointi oli kuitattu hyvin lyhyesti otsikkotasolla, esimerkiksi "Osallistuminen, ryhmätyötaidot, aktiivisuus", mikä kertoi siitä, että oppitunnin ja arvioinnin tavoitteet olivat enimmäkseen muita, kuin ympäristö- ja luonnontiedon tavoitteita. Tämä on tietenkin normaalia koulun toimintaa ja joskus on tarpeen opettaa myös yhteistyötaitoja sekä tarkkailla tuntiaktiivisuutta. Oppilaan aktiivisuus ja toiminta tunnin aikana ovat myöskin olennainen osa tutkivaa oppimista, mutta aktiivisuuden tulisi suuntautua opetettavaan sisältöön. Tässä tutkimuksessa olen jättänyt tällaiset muuhun, kuin luonnontiedon opettamisen taitoihin liittyvät arvioinnit pois teeman 5E5: arviointi -alta. Sinne siis luokiteltiin aiheita, jotka liittyivät tunnin sisällön oppimisen arviointiin ja oppilaiden tekemään tutkimuksen arviointiin.

4.2.2 Oppikirjan tekstin sisällön mukainen luokittelu

Oppikirjan aukeaman (liite 2) analysoin samaan tapaan. Oppikirjan tekstin ensimmäinen lause "Olet ehkä huomannut, että suuren kiven liikuttelu ja nostaminen on helpompaa vedessä kuin maalla." avaa kappaleen, joka kokonaisuudessaan kuuluu teemaan 5E1: motivointi. Aukeaman toinen tekstikappale sekä kuvatekstit 24A ja 25A sisälsivät pelkästään irrallisia faktatietoja, ilman motivointia taikka pyrkimyksiä muuhun ohjaukseen. Jätin nekin luokittelematta mihinkään 5E-teemaan. Oppikirjan esittelemät kokeet luokittelin teemaan 5E2: tutkiminen. Lisäksi kokeen 1 kohta 5., "Millaisen selityksen annat ilmiölle?" sijoitettiin teemaan 5E3: selittäminen. Kokeen 2 kohdat 3. ja 4. taas muodostivat yhdessä teemaan 5E4: soveltaminen -kuuluvan kokonaisuuden.

4.3 Aineiston laadullinen analysointi

Laskin aluksi koko opiskelijaryhmän kutakin teemaa koskevat maininnat yhteen ja sen jälkeen jaoin summan molemmat tuntisuunnitelmat jättäneiden opiskelijoiden määrällä (n=15). Liitetaulukon puuttuvat rivit 3, 4 ja 5 ovat nämä poistetut luvut (Liite 3). Tällä tavalla sain ennen ja jälkeen opetuksen tehtyjen suunnitelmien lukuarvot vertailukelpoiseksi oppikirjan kanssa. Tässä tutkimuksessa olen kiinnittänyt huomiota vain niihin teemoihin, jotka käsittelevät nimenomaisesti ympäristö- ja luonnontiedon opiskelun aihealueita 5E-menetelmän avulla. Lisäksi olen tulkinnut suunnitelmia siten, että niistä on täytynyt jollakin tavalla välittyä oppilaiden osallisuus oppimisen etenemisessä. Toisin sanoen, jos suunnitelmat ovat hyvin niukkoja tai niissä kuvaillaan vain irrallisilla sanoilla, mitä aiotaan opettaa, ei sellaista suunnitelmaa tai suunnitelman osaa ole arvioitu. Jos tuntisuunnitelman jostain osiosta ei millään tavalla käynyt ilmi se, mitä aihetta tai miten aiottiin opettaa, on sellaisetkin suunnitelmat jätetty huomioimatta.

Jo analysoinnin alkuvaiheessa kävi selväksi, että määrällisen tutkimuksen keinoin aineistosta ei saanut näkyviin sellaisia tuloksia, jotka siitä kuitenkin luokiessa välittyivät. Aineiston suppea koko sekä muutokset siinä, kuinka tutkivan oppimisen terminologian käyttö jäsentyivät aineistossa, eivät nousseet näkyviin

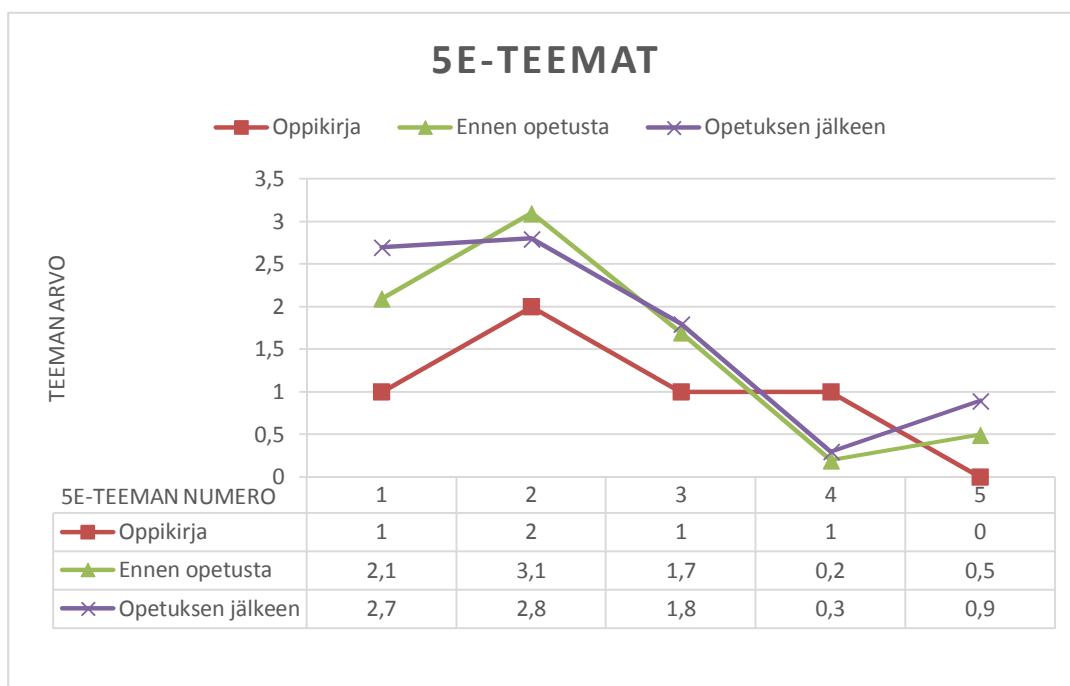
pelkästään teemojen esiintymistiheyksiä laskemalla. Tästä johtuen päätulokseni ovatkin laadullisen analyysin keinoin esille tuotuja.

Tarkastelen siis muutosta suunnitelmissa erityisesti laadullisena muutoksena. Selvitän, onko tuntisuunnitelmissa otettu tutkivan oppimisen näkökulma huomioon paremmin opetuksen jälkeen. Parannuksella tarkoitan, että tuntisuunnitelmien näkökulma on oppilaslähtöisempi kuin ennen opetusta. Opetuksen jälkeen tehdyistä suunnitelmista laskin tutkivan oppimisen, erityisesti 5E-mallin mukaisia teemoja, jotka mahdollisesti puuttuvat kokonaan tai ovat erilaisessa roolissa, kuin ensimmäisissä tuntisuunnitelmissa. Luokittelun ja kvantifioinnin jälkeen vertasin 5E-teemoja osoittavien merkintöjen määriä toisiinsa: ennen opetusta ja sen jälkeen. Kolme opiskelijaa ei ollut palauttanut lainkaan opetuksen jälkeen tehtäväksi annettua uutta suunnitelmaa, joten poistin heidän ensimmäiset tuntisuunnitelmansa myös analysoitavasta kvantitatiivisesta aineistosta.

Suunnitelmia oppikirjan tekstiin verraten ajattelin olevan mahdollista tutkia, poikkeavatko tuntisuunnitelmien 5E-luokat oppikirjan kappaleiden 5E-mallin käytöstä, vai onko oppikirjan kappale voimakkaasti tuntisuunnittelua ohjaava elementti, kuten Van der Valk ja Broekman (1999, 14) arvelevat. Tämä ero osoittautui kuitenkin hankalaksi osoittaa kvantitatiivisesti. Päädyinkin tutkimaan oppikirjan vaikutusta tuntisuunnitelmiin niin, että etsin suoria viittauksia oppikirjaan. Jos niitä ei löytynyt, etsin muita elementtejä, kuten kopioituja kuvia, koejärjestelyjä taikka suoria tekstilainauksia, jotka oli otettu kirjasta. Lisätarkasteluna päädyin käyttämään epäsuoraa tarkastelua. Huomasin, että oppikirjassa ei kannusteta tekemään mittauksia, joten halusin tarkastella, onko joku opiskelija niitä kuitenkin suunnitelmaansa sisällyttänyt. Mittaukset ovat luonnontieteiden opettamisen ja tutkimisen perusasioita, joten ajattelin, että itsenäisen tuntisuunnittelun ensimmäinen elementti olisi jokin mittaus tai muu puuttuva taito, joka liittyy olennaisesti luonnontieteiden opettamiseen, mutta puuttuu oppikirjasta. Myös opetussuunnitelman perusteissa vuodelta 2004 ja 2014 mainitaan, että mittausten tekeminen kuuluu fysiikan (Opetushallitus 2004, 188) ja ympäristötiedon (Opetushallitus 2014, 240) viidennen luokan tavoitteisiin, joten päädyin tarkastelemaan, puuttuuko tuntisuunnitelmista mittaus, vai onko niitä kirjattu.

5 TULOKSET

Luokittelemani aineiston perusteella, ensimmäisen ja toisen tuntisuunnitelman välillä 5E-teemojen mainintojen määrässä on vain pieniä eroja. Myös oppikirjan aukeaman 5E-mallin teemojen jakautuma on suunnilleen samanlainen, kuin tuntisuunnitelmien keskimääräinen jakautuma (kuvio 4). Aineiston luokittelun perusteella opiskelijoiden ymmärtäminen tutkivasta oppimisesta ei juurikaan muuttunut kurssin aikana.



5E-teemojen mainintojen keskimääräiset lukumäärät opiskelijoiden tuntisuunnitelmissa. Maininnat oppikirjassa, ennen opetusta ja opetuksen jälkeen. Teemat ovat järjestyksessä 1: motivointi, 2: tutkiminen, 3: selittäminen, 4: soveltaminen ja 5: arviointi.

KUVIO 4. 5E-teemat lukuina tuntisuunnitelmissa ja oppikirjassa

Kuvio 4 osoittaa, että kirjassa ja tuntisuunnitelmissa teemaa 5E1 2, eli tutkiminen on määrällisesti mainittu useimmin, ja lähes samalla tasolla on 5E1 motivointi. Oppikirjassa on esitelty kaksi koetta, joten tämä havainto selittää myös hyvää edustusta tuntisuunnitelmissa. Opetuksen jälkeen teeman 5E1 eli motiivoinnin maininnat ovat lisääntyneet 0,6 yksikön verran. Tämä on suurin havaittu muutos määrällisessä aineistossa. Teema 3, eli selittäminen mainitaan tuntisuunnitel-

missa ennen opetusta keskimäärin 1,7 ja jälkeen opetuksen keskimäärin 1,8 kertaa. Tuntisuunnitelmissa sen sijaan ei mainita oikeastaan lainkaan (0,2 ennen opetusta ja 0,3 jälkeen opetuksen) soveltaminen-teemaan kuluvia asioita. Eli opeteltua kontekstia ei pyritä laajentamaan tai opittuja asioita ei yritetä mitenkään soveltaa uusiin aiheisiin. Arviointiin liittyviä mainintoja on ennen opetusta keskimäärin 0,5 kertaa ja opetuksen jälkeen keskimäärin 0,9.

Lukumäärien perusteella voi sanoa, että opetuksen jälkeen oppilaita johdellaan aihepiiriin jonkin verran paremmin kuin ennen opetusta. Toisaalta oivaluksille ei jää juuri tilaa, koska juuri opittua asiaa ei pyritä käyttämään uusissa ympäristöissä tai aihepiireissä. Tutkimus mainitaan lähes yhtä usein opetuksen jälkeen, mutta ero on pieni. Selittämisessä ei tapahdu juurikaan muutoksia. Myös arvioinnin maininnat lisääntyvät, eli tilanne paranee hieman, mutta jää edelleen keskimäärin alle yhteen mainintaan tuntisuunnitelmaa kohti.

Oppikirjan tekstissä 5E1 motivointi esiintyi yhden kerran, 5E2 tutkminen kaksi kertaa, 5E3 selittäminen kerran, 5E4 soveltaminen kerran ja 5E5 arviointi ei kertaakaan. Arvioinnin puuttuminen oppikirjamateriaalista on sinänsä ymmärrettävää, koska kyseessä on oppilaan kirjan aukeama. Pelkkiä lukumääriä tarkastelemalla asiasta ei kuitenkaan saanut juurikaan lisätietoa. Aineisto on liian pieni kunnolliseen tilastolliseen analyysiin. Lisäksi muutokset laadussa näkyivät suunnitelmiin tutustuessa selvästi, vaikka lukujen valossa muutokset olivat mitättömiä. Päätinkin tämän havaittuani keskittyä tuntisuunnitelmien kehittymisen laadulliseen tarkasteluun.

5.1.1 Tulokset tutkivan oppimisen näkökulman muutoksina

Yksittäisten tuntisuunnitelmien sisältöjen muutoksia tarkastelemalla voi havaita, että suunnittelussa on tapahtunut laadullisia muutoksia. Taulukkoon 2 olen koostanut opiskelijoiden lisäämiä ajatuksia siitä, kuinka he muuttaisivat opetustaan. Taulukko koostuu opetuksen jälkeen kirjoitettujen tuntisuunnitelmien tekstiotteista. Olen valinnut taulukkoon 2 sellaiset lauseet, jotka mielestäni kuvaavat sitä, kuinka luonnontieteen opettamisen taito on kehittynyt. Olen kirjannut omaan sarakkeeseensa merkinnät, joissa opiskelija erikseen mainitsee, että aikoo

muuttaa opetustaan tai jättää sen samanlaiseksi, kuin se oli aikaisemmassa suunnitelmassa. Tässä analyysissä tietoinen päätös jättää jotain pois on kyseessä vain silloin, kun poisjättämisestä löytyy kirjattu merkintä. Kirjoitetut lisäykset, joita ei ole erikseen mainittu, mutta asiat puuttuvat ensimmäisestä tuntisuunnitelmasta, löytyvät taulukon 2 sarakkeesta ”Sanallisesti kuvatut luonnontieteen opettamisen näkökulmat”.

TAULUKKO 2. Tavoitteiden ja muutosten sanalliset kuvaukset jälkimmäisen tuntisuunnitelman lisämaininnoissa

Tutkittava	Sanallisesti kuvatut luonnontieteen opettamisen näkökulmat	Erikseen mainitut muutokset ja säilytettävät asiat.
1	Ryhmätyö vaiheessa[!] opettajan tehtävä on auttaa jokaista lasta osallistumaan työn tekemiseen – –. Samalla tehdään arviointia.	
2		Tunnin lopun suunnittelisin hiukan eri tavalla. Niin kuin kurssin tenttikirjassa esitettiin, toteuttaisin kokeellisen työskentelyn periaatetta. Tehdään ennustuksia, kelluuko esimerkiksi kivi tai kynä.
3	Ei toista suunnitelmaa.	
4	Ei toista suunnitelmaa.	
5	Ei toista suunnitelmaa.	
6	Oppilaat kirjaavat jokaisen esineen kohdalla tuloksen ja miettivät myös syitä esineen käyttäytymiselle (johtopäätökset). – – opettaja vaatii kysymyksillä perusteita oppilaiden näkemyksille. Tarkoitus tuoda erilaisia näkemyksiä esille.[!]	
7	Oppilaille tulee myös tunnin aikana tutuksi kokeellisen tutkimuksen työskentelytavat. En myöskään antaisi suoraan koeasetelmaa niin kuin se on kirjassa. Vaan oppilaiden pohdintojen kautta he itse tavallaan loisivat koeasetelman pohdintojen kautta.	
8		Siksi suunnitelma on aivan samanlainen kuin edellinenkin.

TAULUKKO 2. Tavoitteiden ja muutosten sanalliset kuvaukset jälkimmäisen tuntisuunnitelman lisämaininnoissa

Tutkittava	Sanallisesti kuvatut luonnontieteen opettamisen näkökulmat	Erikseen mainitut muutokset ja säilytettävät asiat.
9	Lopuksi opettaja kertoo ja kertoo käsitteet --.	Tuoda enemmän esille oppilaslähteistä työtä ja kehittää oppilaiden ongelmanratkaisutaitoja & ajattelua & asian ymmärtämistä.
10	Opettajana pyrkisin kysymyksillä johdattamaan tuntia ja oppilaiden pohdintaa kohti oikeita vastauksia.	Opetukseen lisäisin kysymyksiä, joita ryhmässä pohdittaisiin. Koe olisi samanlainen kuin ensimmäisessä tuntisuunnitelmassa.
11	Oppilaat saavat antaa rakentavaa palautetta toistensa tutkimuksista. Opettaja sallii oppilaiden keskustella luokkatovereidensa ja itse opettajan kanssa. Näin luokassa säilyy avoin ja myönteinen, vuorovaikutteinen & tutkiva ilmapiiri.	
12	Opettaja esittää paljon avoimia kysymyksiä, joihin ei ole yhtä oikeaa vastausta (esim. ennakkokäsityksien selvittäminen, kokeiden tulkitseminen).	Ennakkokäsitysten selvittäminen. Edelleen voidaan lähteä liikkeelle oppikirjan kuvasta --.
13	MIKSI vesi kelluttaa niin veneen, ihmisen kuin kohonkin? -> Etsitään vastausta oppilaiden oman oivalluksen kautta. Asia lukee suoraan kirjassa, mutta ei välttämättä silti selkene heti oppilaille. -> Miten materiaali vaikuttaa esineen kellumiseen?	
14		Työtavat pitäisin samoin lukuun ottamatta oppikirjan ääneen lukemista --. Vuorovaikutussuunnitelmankin pitäisin samanlaisena. Arvioinnissa ottaisin huomioon ensimmäisessä suunnitelmassani kertomieni seikkojen lisäksi sen, miten oppilaat auttoivat toisiaan ja tekivät yhteistyötä keskenään sekä muiden ryhmien jäsenten kanssa. Lisäksi huomioisin sen, miten kokeet onnistuivat.

TAULUKKO 2. Tavoitteiden ja muutosten sanalliset kuvaukset jälkimmäisen tuntisuunnitelman lisämaininnoissa

Tutkittava	Sanallisesti kuvatut luonnontieteen opettamisen näkökulmat	Erikseen mainitut muutokset ja säilytettävät asiat.
15		<p>Tunnin kulku muuten samalla tavalla kuin aiemmassa suunnitelmassa, mutta uusina asioina lisätään oppilaiden arkiajattelun tutkiminen, hypoteesien tekeminen, tutkimussuunnitelman toteutus tapahtuu seuraavilla tunneilla.</p> <p>Muutin suunnitelmaani realistisemmaksi ajankäytön kanssa sekä lisäsin tieteellistä tutkimusosuutta suunnitelmaani.</p>
16	<p>Omien ennakkokäsitysten kertominen.</p> <p>Oppilaiden prosessia arvioidaan kokeiden aikana --.</p> <p>Arviointi: Loppukeskustelussa asia kootaan vielä yhdessä ja arvioidaan tietojen kehittymistä sekä tutkimusprosessia.</p>	
17	<p>Tieteellisen ajattelun kehittäminen.</p> <p>Arviointi:</p> <p>Kokeen onnistuminen-> kehittyikö ajattelu tieteellisempään suuntaan vai?</p> <p>Raporttien sisältö-> onko oleellinen havaittu</p>	
18	Tavoitteena on oppilaiden luonnontieteellisten prosessitaitojen kehittyminen.	<p>[Muutoksena]: opetuksessa lähdetään selkeämmin liikkeelle oppilaiden ennakkokäsityksistä ja aikaisemmista kokemuksista.</p> <p>[Säilytettävänä]: Arviointi oppitunnin aikana perustuu opettajan havaintoihin tuntityöskentelystä.</p>

Laadullisesti tarkastellen alkoi näyttää selvemmältä, että opetus on vaikuttanut opiskelijoiden ajatuksiin siitä, millä tavalla he haluavat opettaa ympäristö- ja luonnontietoa. 8 opiskelijaa 18:sta on tehnyt tietoisin päätöksen, eli ilmoittaa suunnitelmassaan, aikooko muuttaa vai säilyttää tuntisuunnitelmansa ennallaan. Ainoastaan yksi opiskelija ilmoittaa, että aikoo pitää suunnitelmansa täsmälleen samana, kuin aikaisemminkin. Osa opiskelijoista kertoi muuttavansa joi-tain osia, mutta pitävänsä jotkut asiat ennallaan.

Olen myös merkinnyt taulukkoon 2 joitakin esimerkkitapauksia siitä, että opiskelija edelleen selvästikin näkee opettamisen hyvin perinteisesti, että opettajalla on hallinnassaan tieto, jota hän käyttää oppilaiden näkemysten arvosteluun. Esimerkiksi ”oikeiden tietojen” oppimisesta löytyy mainintoja, vaikka tutkivan oppimisen vahva ajatus on, että arki- ja virhekäsitykset yritetään tehdä näkyväksi. Sen vuoksi nämä ”oikein” tai ”väärin” opitun ajatukset mielestäni kuvaavat sitä, että opiskelija ei välttämättä ole vielä kunnollisesti sisäistänyt tutkivan oppimisen ajatusta.

Väitteeni siitä, että opetuksen ansiosta opiskelijoiden tutkivan oppimisen ymmärrys parani, perustuu havaintoihin oppilaiden ennakkokäsitysten kartoittamisesta. Ennen opetusta tuntisuunnitelmista löytyi ennakkotietojen tai käsitysten selvittäminen yhdeksältä opiskelijalta. Opetuksen jälkeen maininta löytyi 14:lta opiskelijalta. Huomattavaa on myös se, että opetuksen jälkeen valtaosa opiskelijoista kirjoitti nimenomaisesti ennakkokäsityksistä, kun aikaisemmin maininnat olivat esimerkiksi ”- - omia kokemuksia - -”, ”- - keskustellaan omista näkemyksistä - - ” taikka ” - - opettaja pyytää heitä keskustelemaan, millaisia kokemuksia heillä on - -”. Opetuksen jälkeen ennakkokäsitykset kartoitettiin pääosin heti tunnin aluksi, kun ennen opetusta saatettiin ensin lukea ääneen kirjan kappale, taikka tehdä tutkimus. Vasta sen jälkeen kysyttiin oppilaiden omia kokemuksia. Näyttää siltä, että opiskelijoille on opetuksen johdosta muodostunut selvä käsitys siitä, mitä ennakkokäsityksillä tarkoitetaan ja mikä merkitys niiden selvittämisellä on oppimiselle.

Käpylä ym. mainitsevat (2009, 1045), että heidän tutkimuksessaan luokanopettajaopiskelijoiden haastatteluissa toistui useimmin vastaus, ettei heillä ollut riittävästi ainekohtaista sisältötietoa suunnitella oppituntia kunnolla. Tällaisia mainintoja ei löytynyt yhdestäkään tämän tutkimuksen tuntisuunnitelmasta. Toisaalta tämän tutkimuksen opiskelijoilla oli ainesisällöllisenä tukimateriaalinaan oppikirjan aukeama, jota he käyttivätkin tukena runsaasti. Käpylän ym. tutkimuksessa kirjaa ei ollut käytettävissä.

5.1.2 Oppikirja suunnitelmien ohjaajana

Toisena tutkimuskysymyksenäni halusin selvittää, kuinka paljon oppikirja vaikuttaa tuntisuunnitelmiin, vaikka vaihtoehtoinen opetustapa on koulutuksessa esitelty. Eräs opiskelija kirjoitti avoimesti, että hänen mielestään oppikirjassa kuvattu koe oli toimivan tuntuinen, eikä hän käytettävissä olevassa ajassa keksi ainakaan parempaa. Lähes kaikki opiskelijat käyttivät kirjassa kuvattua koetta sellaisenaan myös saamansa opetuksen jälkeen. Tämä osoittaa, että oppikirja on ollut voimakkaasti tuntisuunnitelman tekoa ohjaava elementti.

Vain yhden opiskelijan toisessa tuntisuunnitelmassa ei ollut havaittavissa suoraa suhdetta oppikirjan aukeamaan. Kolmessa opetuksen jälkeisessä suunnitelmassa ei mainittu oppikirjaa suoraan, mutta sen vaikutus kuitenkin näkyi piirretyissä kokeen kuvauksissa tai suoraan oppikirjasta otetuissa motivointikysymyksissä. Kaikki loput 14 opiskelijaa mainitsivat oppikirjan käytön suunnitelmassaan sanallisesti.

Sain laadullisesti varmistettua vastauksen myös toisen tutkimuskysymyksen, eli siihen, millä tavalla oppikirja vaikuttaa tuntisuunnitelmiin tutkivaan oppimiseen painottuvan kurssin jälkeen. Vertailllessani tuntisuunnitelmia ja oppikirjaa, niissä oli oletukseni mukaisesti yksi yhteinen ja järjestelmällinen puute. Yhdessäkään tuntisuunnitelmassa taikka oppikirjan aukeaman koeasetelmassa ei tehty minkäänlaista mittausta. Mittausten tekeminen kuitenkin mainitaan Opetussuunnitelman perusteissa sekä fysiikan että ympäristöopin tavoitteena (Opetushallitus 2004, 188 ja Opetushallitus 2014, 240).

Luonnontieteiden opettaminen ja opiskelu ovat myös tapa edistää tieteellisen tutkimustavan oppimista. Sen vuoksi pidän erikoisena, että käytettävässä oppikirjassa ei pyritty varmistamaan tai demonstroimaan asioita mittauksin. Mittauksen sijasta esineitä kannateltiin käsin ja pohdiskeltiin mahdollista kellumista taikka uppoamista, eli tehtiin kyllä havaintoja, mutta mittaus jäi puuttumaan. Fysiikka ja mittaaminen -hakusanoilla löytyy internetin hakupalvelimilta kymmeniä tuhansia hakuosumia. Ajattelinkin, että kuka hyvänsä, joka pohtii itsenäisesti ympäristö- ja luonnontiedon oppitunnin suunnittelua, varmasti sisällyttäisi

keinovalikoimaansa mittauksen. Koska tällainen mittaus puuttuu sekä oppikirjasta että tuntisuunnitelmista, kertoo se mielestäni osaltaan siitä, että suunnitelmat seurailevat voimakkaasti oppikirjan esimerkkiä. Esittelen pohdinnassa, kuinka asiaa voisi helpoin ja halvoin välinein demonstroida, kun asiaa tunnilla käsitellään.

Oppikirjassa esitetyt kokeet sekä opiskelijoiden tuntisuunnitelmissaan käyttämät koeasetelmat edustivat taulukossa 1 esiteltyä Banchin ja Bellin (2008, 27) tutkimuksen tasoa 2, eli strukturoitua tutkimusta. Myös tämä yhteneväisyys vahvistaa edelleen havaintoa oppikirjan vaikutuksesta tuntisuunnitelmiin: koeasetelmia ei ole erityisesti pyritty muokkaamaan, vaan niitä on käytetty kirjassa esiteltyssä muodossa.

6 YHTEENVETO

Olen tässä tutkimuksessa selvittänyt, millä tavalla opettajaksi opiskelevat suunnittelevat luonnontieteen opetustaan ja vaihtuuko suunnittelun painopiste heille tarjotun koulutuksen jälkeen. Suunnitelmien aihepiiri on ollut fysiikan ainesisältöön kuuluva nosteen käsite, johon liittyvät myös kelluminen ja uppoaminen. Tulosten perusteella näyttää siltä, että saamansa pedagogisen koulutuksen jälkeen opiskelijat ovat pystyneet paremmin ottamaan huomioon oppilaiden ennakkokäsitykset opetettavasta ilmiöstä. Lisäksi aineistosta nousevat havainnot osoittavat, että oppikirja ohjaa voimakkaasti opiskelijoiden tuntisuunnittelua. Lisähavaintona alkuperäisten tutkimuskysymysten rinnalla on selvinnyt, että 5E-malliin perustunut tuntisuunnittelun näkökulma on siirtynyt myös uusien aiheiden opetukseen, sillä ympäristö- ja luonnontiedon kurssin sisällöt eivät liittyneet nosteeseen.

Tuntisuunnitelmista löytyi viitteitä siitä, että opiskelijat pyrkivät suunnittelemaan tuntejaan konstruktivismin oppien mukaan. Sekä ennen että jälkeen opetuksen suunnitelmista löytyi mainintoja parityöskentelystä, ryhmätyöskentelystä ja siitä, että opettaja kannustaa kaikkia kertomaan ajatuksiaan. Myös tutkimuksia aiottiin käyttää paljon. Nämä kaikki konstruktivistiset ajatukset eivät kuitenkaan kristalloituneet tutkivan oppimisen toteutuksen tasolle. Minner ym. (2009) määrittelevät tutkivan oppimisen siten, että konstruktivistiset ajatukset yhdistyivät Vygotskin ja Ausubelin ajatuksiin ja alkoivat näkyä oppimateriaali-suunnittelussa. Näin tulkiten käytetty oppikirjan aukeamakin voitaisiin luokitella tutkivan oppimisen kirjon piiriin (Minner ym. 2009, 2.) Suunnitelmista jää kuitenkin viimeinen vaihe tutkivan oppimisen kannalta puolitiehen. Suunnitelmissa ei erityisen paljon tuotu esiin opettajan roolia oppimisen ohjaajana (Hakkarainen ym. 2004, 16). Myöskään tavoitteellista pyrkimystä oppilaiden sitouttamiseksi prosessiin, jossa tutkimus syventyy prosessin aikana nousevien teemojen pohjalta, ei ole havaittavissa (Linn ym. 2004, xvi; Hakkarainen ym. 2004, 29 - 30.) Tutkivan oppimisen ymmärrys siis näyttää kehittyvän eteenpäin, mutta kuitenkin jää kesken niin, että se vaatisi syventäviä oivalluksia. Taulukossa 2 esittelen

tarkempia esimerkkejä. Muutamia mainitakseni: suunnitelmissa vaaditaan perusteluita näkemyksille; halutaan tehdä tutuksi kokeellisen tutkimuksen työskentelytavat; ja oppilaat saavat antaa rakentavaa palautetta toistensa tutkimuksista. Nämä ajatukset kertovat, että tutkivasta oppimisesta on opittu jo jotakin, mutta aiemmin mainitsemani käsitykset siitä, että tieto on opettajan hallinnassa kuitenkin kertovat, että tutkivan oppimisen omaksuminen on vielä kesken.

Tutkimukseni perusteella opiskelijat ovat monessa tapauksessa havainneet, että tuntisuunnitelmassa on ollut parantamisen varaa ja on korjannut suunnitelmaansa saamansa opetuksen jälkeen. Opiskelijat ovat saamansa opetuksen jälkeen selvästi muuttaneet tapaansa huomioida oppilaiden ennakkokäsitykset opetettavasta aiheesta. He ovat ymmärtäneet konstruktivistisessä tiedonkäsityksessä keskeisen seikan, että jokainen oppimisyhteisön jäsen rakentaa itse oman käsityksensä uudesta asiasta, mutta rakentaa käsitystään aina vanhan tietorakenteensa päälle (Tynjälä 1999, 162–163). Vanhan tiedon muokkaaminen uudeksi, tieteellisemmäksi käsitykseksi vaatii kognitiivisen konfliktin syntymisen. Sen kautta oppija itse joutuu tekemään omien käsitystensä uudelleen arvioinnin ja rakentaman tieteellisemmän käsityksen luonnonilmiöistä. (Hakkarainen ym. 2004, 30–31; Havu-Nuutinen 2005, 274–275; Tynjälä 1999, 167.) Tuntisuunnitelmissa tämä näkyi siten, että termiä ”ennakkokäsitykset” käytettiin johdonmukaisesti opetuksen jälkeisissä suunnitelmissa. Lisäksi teeman 5E1: motivointi -mainintojen määrät lisääntyivät opetuksen jälkeen. Tämä muutos mahdollistaa sen, että oppilaiden virhekkäisyydet voidaan nostaa näkyville ja ottaa osaksi tunnin suunnittelua. Sen jälkeen tunnilla tapahtuvalle tutkimukselle ja keskustelulle on heti opetuksen aluksi viritetty punainen lanka, jonka avulla ohjata oppilaiden havaintoja oppimisen kannalta olennaisiin seikkoihin.

Aiemmassa tutkimuksessa ei ollut huomioitu sitä, millä tavalla opettajaksi opiskelijoiden kyky suunnitella tutkivan oppimisen mukaisia oppitunteja kehittyy. Tämän tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että konkreettinen malli, tässä tapauksessa 5E-mallin käyttö opetuksessa tarjoaa opiskelijoille luurangon, jonka varassa opetuksen suunnittelutaidot voivat edetä. Heille luonnontieteen pedago-

giikan kurssin aikana opetetut rakenteelliset mallit näkyivät opetuksen jälkeisissä suunnitelmissa, opetuksen ja tuntisuunnitelmien sisältöalueen eroista huolimatta.

Teeman 5E1: motivointi -tehtävänä on myös selvittää, mitä oppilaat voivat itse opiskelunsa hyväksi tehdä (Bybee 2006, 2). Sitä kautta oppilaat myös sitoutuvat opiskelemaan tutkimusta tekemällä. Tämän vaiheen parempi hyödyntäminen opetuksen jälkeisissä tuntisuunnitelmissa kertoo myös siitä, että oppilaat voisivat uusien tuntisuunnitelmien johdosta vaikuttaa paremmin omaan oppimiseensa. Myös Furtak ym. painottavat sitä, että oppilaat sitoutetaan osalliseksi opiskeluprosessiin (Furtak ym. 2012, 323).

Vastauksena ensimmäiseen tutkimuskysymykseeni ”Millä tavalla tutkivan oppimisen näkökulma muuttuu siihen painottuvalle kurssille osallistumisen jälkeen?” selvisivät seuraavat asiat. Koska oppitunnin ensimmäisen vaiheen ja teeman 5E1 käsittely jäsenyivät selvemmiiksi, tuottaisivat uudet tuntisuunnitelmat varmasti aiempaa tavoitteellisempia tutkimuksia oppitunnille. Kun tämän vaiheen hyödyt vielä hyödynnettäisiin täysin ja otettaisiin oppilaat mukaan myös tutkimusten suunnitteluun, paranisi tutkivan oppimisen näkökulma entisestään. Tässä vaiheessa opiskelijat ovat päässeet alkuun tutkivan oppimisen hyödyntämisessä.

Kuitenkaan kokonaisuutena tämän tutkimuksen tuntisuunnitelmia ei vielä voi pitää täysin tutkivan oppimisen mukaisina. Oppilaiden ennakkokäsitykset kyllä selvitettiin, mutta sitten tapahtui järjestelmällisesti niin, että niistä ei kuitenkaan välitetty. Lähes kaikki opiskelijat toteuttivat kirjan mukaiset tutkimukset. Eli toimintaa tunneille suunniteltiin, mutta jossain määrin sen syvimmat tavoitteet jäivät suunnitelmissa kuvailematta. Kuten Käpylä ym. kuvailevat (2009, 1403) ja Hodson (2014, 2552) varoittaa, seurauksena voi olla epäselvyyttä oppimisen tavoitteiden suhteen ja oppilaat eivät saa ikinä selville, mitä oli tarkoitus opiskella. Olisi siis erinomaisen tärkeää saavuttaa tuntisuunnitelma-ajattelussa taso, joka ilmentäisi sitä, että oppilaiden ennakkokäsitykset oikeasti vaikuttavat tunnin sisältöön.

Oppikirjan tai valmiiden tutkimusten hyödyntämistä voi myös pohtia Banchin ja Bellin (2008, 27) kuvauksen kautta (taulukko 1). Kirjan ja valmiiden tutkimusten käytön voisi nähdä ensimmäisen tai toisen tason tutkimuksena. Tästä näkökulmasta opiskelijoiden tekemät tuntisuunnitelmat sijoittuisivat suurelta osin tasolle 2, strukturoitu tutkimus. Tuntisuunnitelmissa annetaan oppilaille valmiina kysymykset, eli kelluvatko esineet vaiko eivät, ja lisäksi heille annettiin valmiina tutkimukset, jotka esitellään kirjassa. Lisäksi nämä oppikirjan kokeetkin edustivat tasoa 2.

Opiskelijoille tarjottavaa luonnontieteen pedagogiikan kurssia voisi jatkossa rikastaa Banchin ja Bellin luokittelun esittelyllä. Opiskelijat voisivat pohtia tuntisuunnitelmaa tehdessään, minkä tason tutkimuksia eri ikä- ja osaamistasoilla oppilaille on valmius tehdä. Näin opiskelijat saisivat myös pohjateorian sille, että tutkivan oppimisen taitoja kannattaa kouluttaa, vaikka oppilaat olisivatkin näissä taidoissa vasta alkuvaiheessa. Myös erilaisia, valmiita demonstraatioita ja kirjojen kokeita voisi arvioida tästä näkökulmasta ja sitten päättää, mitä kokeita haluaa kulloinkin käyttää.

Toinen tutkimuskysymykseni oli: ”Millä tavalla oppikirja vaikuttaa tuntisuunnitelmiin tutkivaan oppimiseen painottuvan kurssin jälkeen?” Lähtöoletukseni oli, että ainakin ennen saamaansa opetusta opiskelijat tukeutuisivat voimakkaasti oppikirjamateriaaliin. Tulkintani mukaan ainoastaan yhden opiskelijan tuntisuunnitelmassa ei ollut oppikirja päämateriaalina opetuksen jälkeen. Tämän varmistin sekä etsimällä viitteitä oppikirjan käytöstä että tekemällä katsauksen siihen, mitä puuttuu sekä oppikirjasta että tuntisuunnitelmista. Kummissakaan ei tehty yhtäkään mittausta. Näin laajan oppikirjaan tukeutumisen taustalla lieenee sama ilmiö, kuin Käpylän ym. (2009, 1045) tutkimuksessa. Luokanopettajaksi opiskelevilla on ollut mielestään puutteelliset ainekohtaiset sisältötiedot tuntien suunnitteluun ja tämä johtaa siihen, että sisällölle haetaan varmistusta oppikirjamateriaalista. Vaikka opiskelijat havaitsivat saamastaan opetuksesta johtuen tarpeen muuttaa suunnitelmiaan, käyttävät he opetuksen jälkeenkin oppikirjaa tärkeänä suunnittelun lähdemateriaalina. Ehkä siksi, että muunlaiseen suunnitteluun ei ole sisältöosaamista.

Opiskelijoiden tuntisuunnitelmissa oli kirjattuna myös monia sellaisia tavoitteita, jotka liittyvät opettamiseen ja kasvatustavoitteisiin yleisemminkin. Näitä tavoitteita oli annettu tunnin rakenteen runkona käytettäväksi myös tehtävänantolomakkeella (liite 1), esimerkkeinä oppitunnin vaiheet V4: vuorovaikutussuunnitelma ja V5: arviointi. Osa opiskelijoista painotti näitä tuntisuunnittelun tavoitteita niin voimakkaasti, että suunnitelmien kirjallisesta osuudesta on vaikeaa päätellä, mitä oppiainetta ne käsittelevät. Myös Käpylä ym. toteavat saman, kun he sivuavat tutkimuksessaan toiminnallisten opetusmenetelmien käyttöä. (Käpylä ym. 2009, 1403.) Näyttääkin siltä, että ennestään tuttuja opetusmenetelmiä halutaan käyttää, vaikka suunnitelmasta ei ole havaittavissa perusteita niiden käytölle.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millä tavalla tutkivan oppimisen näkökulma muuttuu siihen painottuvalle kurssille osallistumisen jälkeen. Ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssin aiheena ei kuitenkaan ollut sama luonnontieteen ilmiö, mitä nyt analysoidaan tuntisuunnitelmat käsittelevät. Aineistoon tutustumisen perusteella onkin ollut mahdollista selvittää, millä tavalla tutkivan oppimisen ajatustapa näkyy muissa luonnontieteen opettamisen aihepiireissä. Opetuksen jälkeen tehdyistä tuntisuunnitelmista on tulkittavissa, että oppilaiden ennakkokäsitykset otetaan huomioon aiempaa paremmin. Tästä havainnosta voi päätellä, että 5E-mallin mukainen lähestymistapa on siirtynyt myös toisiin oppisisältöihin, kuin mikä oli opetuksen ensisijaisena asiasisältönä. 5E-mallin käytön siirtovaikutus on siis selvä.

7 POHDINTA

Tutkimukseni pohjalta teen johtopäätöksen, että 5E-mallin avulla toteutettu tutkivan oppimisen koulutus on parantanut luokanopettajaksi opiskelevien kykyä suunnitella tutkivan oppimisen mukaisia oppitunteja. Parannus näkyy siten, että opiskelijat ovat alkaneet järjestelmällisemmin kartoittaa oppilaiden ennakkokäsityksiä opetettavasta aiheesta, joka oli tässä tapauksessa fysiikan ainesisältöön kuuluva noste. Ennakkokäsitysten kartoittaminen tarjoaa opettajalle mahdollisuuden tulla tietoiseksi oppilaidensa virhekäsityksistä, joita hän voi hyödyntää suunnitellessaan oppilaiden kanssa yhteistyössä demonstraatioita, joilla aiheutetaan kognitiivinen konflikti ja saadaan sen avulla oppilas rakentamaan käsitystään luonnonilmiöistä tieteellisempään suuntaan. Tulokset myöskin varmistavat, että oppikirja ohjaa tunnin suunnittelua, jos kirja on käytettävissä.

Opettajaksi opiskelevat ovat siis hyötäneet heille tarjotusta koulutuksesta. Heidän taitonsa ohjata oppilaiden tiedonhankinta- ja konstruointitaitoja ovat kehittyneet. Jatkotutkimuksen kautta olisi mahdollista selvittää, miten nämä taidot kehittyisivät vielä syvemmiksi. Suurimpana puutteena osaamisen kehitymisessä näkyy olevan, että teemat 5E4: soveltaminen ja 5E5: arviointi jäävät edelleen puutteellisesti huomioiduiksi opetuksen jälkeisissä tuntisuunnitelmissa.

7.1 Jatkotutkimusideoita

Jatkotutkimus voisi mahdollisesti liittyä juuri opiskelun alkuvaiheen ja opintojen etenemisen vertailuun. Havainnot siitä, että osa opiskelijoista edelleen opetuksen jälkeenkin käytti tuntisuunnitelmissaan ilmaisuja, että opettaja kertoo oikeat vastaukset tai varmistetaan, onko opittu oikeita vai vääriä asioita, nousivat esiin aineistosta. Tällaisia havaintoja olisi kiinnostava käyttää keskustelun pohjana kyseisten opiskelijoiden kanssa. Silloin olisi mahdollisuus heidän kanssaan pohtia, miten heidän näkemyksensä ovat kehittyneet koulutuksen jatkuessa pidemmälle. Ehkä nämä ovat juuri sellaisia konstruktivistiseen ajattelumalliin liitettäviä virhekäsityksiä, joiden avulla opiskelijat pääsisivät tarkemmin kiinni omiin

piileviin asenteisiinsa opettamista kohtaan. Tutkimuksessa voisi myös selvittää, millä tavalla tämän saman opiskelijaryhmän suunnitelmissa näkyisivät tutkivan oppimisen mallit nyt, kun aikaa on jo kulunut. Tämä tarjoaisi mahdollisuuden tarkastella myös, millä tavalla opetusharjoittelut ja lisäopiskelu ovat muuttaneet käsityksiä tuntisuunnittelusta.

Toinen jatkotutkimusidea liittyy ainekohtaisten sisältötietojen opettamiseen opettajankoulutuksen aikana. Helposti toteutettavissa oleva esimerkki laborointi- ja demonstraatiokurssilla harjoiteltavaksi voisi olla koe, jonka aikana oppilaat voisivat katselemalla ja kokeilemalla havainnoida nosteen vaikutuksia esineiden painoon. Sen sijaan, että uppoavia kappaleita nostellaan kädellä ilmassa ja vedessä, kokeillaan eroja painossa ja uppoamisessa sekä kellumisessa (näitä menetelmiä kuvailtiin sekä oppikirjassa että tuntisuunnitelmissa), olisi mielestäni ollut erittäin helppoa toteuttaa tasapainovaa'alla punnitus, jossa punnittavat kappaleet olisivat ilmassa ollessaan saman painoiset, mutta heti, kun toinen kappale lasketaan veteen, nousee veteen upotetun kappaleen puoli ylös, eli on nosteen vaikutuksesta kevyempi. Kädelläkin on noste. Siten pelkkä eri esineiden painon kokeilu vedessä voi antaa väärän kuvan ilmiöstä. Jos kaksi samanlaista punnusta siis ripustettaisiin narulla tasapainoon ja toinen punnus upotettaisiin veteen, niin nähtäisiin, että kappaleen upotessa veteen kevenee sen paino ilmassa roikkuvaan, saman massaiseen kappaleeseen verrattuna. Olisi kiinnostava tutkia, kuinka paljon opetuksen suunnittelutaidot paranisivat, jos opintoihin sisällytettäisiin laborointi- ja demonstraatiokursseja, joiden aikana opiskelijoiden tiedot teoriapohjasta syvenisivät samalla, kun ilmiöihin paneutuvia luokkatutkimuksia esiteltäisiin heille.

Myös oppilaiden ennakkokäsitysten huomioimisen vaikutusta tuntisuunnitteluun olisi mielekästä tutkia tarkemmin. Tutkimukseni aineistona olleiden tuntisuunnitelmien kautta asiaa oli hankala tarkastella, koska tehtävänantona oli suunnitella tutkivan oppimisen mukainen tunti, jonka piti sisältää tietyt osat (liite 1). Sen vuoksi ennakkokäsitysten huomioiminen jäi väistämättä pinnalliseksi. Kuitenkin yksi opiskelija oli laajentanut näkökulmaansa ja ilmoitti, että

muuttaa suunnitelmaansa niin, että tutkimus toteutetaan toisella tunnilla. Ennakkokäsitysten huomioimista voisi uudessa tutkimuksessa selvittää tarkemmin niin, että tehtävänanto olisi kaksiosainen, ja ensimmäinen osa olisi oppilaiden ennakkokäsitysten selvittäminen. Niiden pohjalta olisi tehtävänä suunnitella varsinainen opetustuokio. Tutkimusta voisi myös laajentaa niin, että opetus toteutettaisiin ja opiskelijat arvioisivat sen jälkeen tuntisuunnitelmiaan. Myös tuntien videointi ja toteutuksen vertaaminen suunnitelmiin voisi tarjota uuden näkökulman suunnitelman ja toteutuksen väliseen suhteeseen, minkä jälkeen voisi myös tutkia, oppivatko oppilaat suunniteltuja asioita. Jos ryhmän vielä jakaisi niin, että osalla opiskelijoista olisi tuntia suunnitellessaan oppikirjat käytössä ja osalla ei, saisi samalla tutkimuksella selvitettyä useampiakin kiinnostavia seikkoja.

Aineisto-otantani koostuu vain yhden kouluttajan materiaalista. Kouluttajien välisten ryhmien tutkiminen erikseen antaa kouluttajatiimille mahdollisuuden havainnoida eroja, joita heidän painotuksissaan on ollut ja tutkia, kuinka painotukset näkyvät opiskelijoiden suunnittelutyössä. Tämä voisi tarjota mahdollisuuden kehittää ympäristö- ja luonnontiedon pedagogiikan kurssin sisältöjä ja kehittyä opetustyössä kollegiaalisen keskustelun ja ideoiden vaihdon avulla. Kouluttajakohtaisten tulosten vertailun kautta he voivat tehdä näkyväksi omia pedagogisia ja didaktisia erityisosaamisen alueita, sekä jakaa osaamistaan toisille opettajankouluttajille.

7.2 Luotettavuus

Olen pyrkinyt varmistamaan tutkimukseni luotettavuuden siten, että kuvailen tarkasti käyttämäni menetelmät ja valinnat. Olen kuvaillut perusteluni rajata tietynlaiset vastaukset luokittelun ulkopuolelle niin, että lukija ymmärtäisi, millainen aineisto on jäänyt jäljelle ja minkä valintojen pohjalta tutkimukseni tulokset on siten tehty. Tällä olen halunnut varmistaa sen, että tutkimus on toistettavissa mahdollisimman samankaltaisena myös toisten tutkijoiden suorittamana. Ai-

neiston pohjalta tekemäni johtopäätökset ovat henkilökohtaisen päättelyni tulosta, mutta olen pyrkinyt esittämään päätelmiini johtaneita ajatuskulkuja ja perusteluita niin, että lukijan olisi mahdollista arvioida johtopäätösten luotettavuutta. Valitsin tutkimusmenetelmäksi teoriaohjaavan sisällönanalyysin ja laadullisen tulkinnan, koska määrällisen tutkimuksen kautta tulosten selittäminen olisi jäänyt vajavaiseksi. Selitän myös tämän valinnan taustoja tarkemmin tutkimuksessani. Perusteluni kautta lukijankin on mahdollista ymmärtää valitsemieni tutkimusmenetelmien tarkoituksenmukaisuus.

7.3 Eettinen näkökulma

Opiskelijat ovat vastauksia antaessaan olleet tietoisia siitä, että materiaalia tul- laan käyttämään aineistona opettajankoulutusta ja ympäristö- ja luonnontiedon opettamista koskevissa tutkimuksissa. Kukaan opiskelijoista ei ollut kieltänyt vastaustensa käyttöä tutkimusaineistona. Olen käsitellyt haltuuni annettua aineistoa niin, että tämän tutkimuksen raportoinnista ei ole mahdollista tunnistaa yksittäisiä opiskelijoita. Tutkimusaineistoani säilytetään Jyväskylän yliopiston Kasvatustieteiden tiedekunnan Opettajankoulutuslaitoksella. Mikäli tutkimus- tarpeita ilmenee, on tähän aineistoon mahdollista tutustua. Aineiston opetus- työnsä ohessa kerännyt lehtori Ilkka Ratinen säilyttää materiaalia ja voi myöntää oikeuden tutustua siihen, yliopiston sääntöjen puitteissa.

7.4 Tutkimuksen rajoitukset

Tutkimuksen kohteena ovat luokanopettajaksi opiskelevat ja otanta edustaa hy- vin juuri tätä ryhmää. Tarkoituksenani ei ole tehdä tulkintoja tämän ryhmän ul- kopuolelle. Tämä on yhtäältä tämän tutkimuksen rajoitus, mutta toisaalta juuri siksi minulla on ollut mahdollisuus pureutua tutkivan oppimisen opetustaidon kehittymiseen juuri oman alani opiskelijoiden keskuudessa. Aineistosta ilmenee myös se, että opiskelijat ovat nimenomaan koulutuksen alkutaipaleella. Sen vuoksi tuloksia ei voi varauksitta yleistää koskemaan kaikkia luokanopettajaksi

opiskelevia. Aineiston suppea koko aiheuttaa myös sen, että tutkimukseni tuloksia on pidettävä enemmänkin kuvailevina, opettamaan oppimisen ilmiöitä esille tuovina sekä uusia näkökulmia esittelevinä, ei niinkään suomalaisen opettajakoulutuksen tilaa syväluotaavana analyysinä.

LÄHTEET

- Banchi, H. & Bell, R. 2008. The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46 (2), 26-29. <http://search.proquest.com/docview/61989315?accountid=136582>. Tulostettu 25.4.2015.
- BSCS-projekti. Rigorous Research led to the BSCS 5E Instructional Model. <http://www.bsos.org/our-values#rigorousresearch>. Tulostettu 15.4.2015.
- Bybee, R., Taylor, J, Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. 2006. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. A Report Prepared for the Office of Science Education National Institutes of Health. [http://sharepoint.snoqualmie.k12.wa.us/mshs/ramseyerd/Science%20Inquiry%201%2020112012/What%20is%20Inquiry%20Science%20\(long%20version\).pdf](http://sharepoint.snoqualmie.k12.wa.us/mshs/ramseyerd/Science%20Inquiry%201%2020112012/What%20is%20Inquiry%20Science%20(long%20version).pdf). Tulostettu 31.3.2015.
- Coe, M. 2001. The 5 E Learning Cycle Model. <http://faculty.mwsu.edu/west/maryann.coe/coe/inquire/inquiry.htm>. Tulostettu 7.8.2014.
- Cook, J. 2010. The Scientific Guide to Global Warming Skepticism. <http://www.skepticalscience.com/resources.shtml>. Tulostettu 22.4.2015.
- Hakkarainen, K., Bollström-Huttunen, M., Pyysalo, R. & Lonka, K. 2004. Tutkiva oppiminen käytännössä. 1. painos. Helsinki: WSOY.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K. & Stern, E. 2006. Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of "floating and sinking." *Journal of Educational Psychology* 98 (2), 307-326. DOI: 10.1037/0022-0663.98.2.307.
- Havu-Nuutinen, S. 2005. Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International Journal of Science Education* 27 (3), 259-279. DOI: 10.1080/0950069042000243736.
- Hodson, D. 2014. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education* 36 (15), 2534-2553. DOI: 10.1080/09500693.2014.899722.
- Hsin, C. & Wu, H. 2011. Using Scaffolding Strategies to Promote Young Children's Scientific Understandings of Floating and Sinking. *Journal of Science Education and Technology* 20, 656-666. DOI: 10.1007/s10956-011-9310-7.

- Kawasaki, K., Herrenkohl, L. & Yeary, S. 2004. Theory building and modeling in a sinking and floating unit: a case study of third and fourth grade students' developing epistemologies of science. *International Journal of Science Education* 26 (11), 1299-1324. DOI: 10.1080/0950069042000177226.
- Käpylä, M., Heikkinen J.-P. & Asunta, T. 2009. Influence of Content Knowledge on Pedagogical Content Knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education* 31 (10), 1395-1415. DOI: 10.1080/09500690802082168.
- Laaksola, H. 2013. Opettajankoulutusta maailmalle. *Opettaja* 17.9.2013 <http://content.opettaja.fi/epaper/20130920/3/index.html>. Tulostettu 11.4.2015.
- Lapinoja, K.-P. 2006. Opettajan kadonnutta autonomiaa etsimässä. Kasvatustieteen väitöskirja. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Chydenius-instituutti-Kokkolan yliopistokeskus.
- Lehto, H., Havukainen, R., Maalampi, J. & Leskinen, J. 2012. *Fysiikka 4. Liikkeen lait*. 1.-6. painos. Helsinki: SanomaPro.
- Linn, M., Davis, E. & Bell, P. 2004. Teoksessa M.C., Linn, E.A., Davis & P., Bell, (toim.) *Internet environments for science education*. Introduction. Mahwah, NJ: Erlbaum, xv-xxviii.
- Mahlamäki-Kultanen, S., Lauriala, A., Karjalainen, A., Rautiainen, M., Rökköläinen, E., Pohjonen, P. & Nyysönen, K. 2014. Teoksessa S. Mahlamäki-Kultanen, A. Lauriala, A. Karjalainen, A. Rautiainen, M. Rökköläinen, E. Helin, P. Pohjonen & K. Nyysölä (toim.) *Opettajankoulutuksen tilannekatsaus*. Tilannekatsaus marraskuu 2014. *Muistiot 2014: 4*. Helsinki: Opetushallitus, 6-22.
- Minner, D., Levy, A. & Century, J. 2010. Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching* 47, 474-496. DOI: 10.1002/tea.20347.
- Opetushallitus. 2004. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Määräys 1/11/2004. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus. 2014. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Määräykset ja ohjeet 2014: 96. Helsinki: Opetushallitus.
- Palosirkka. 2008. Objektiin vaikuttavat voimat. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Noste#/media/File:Noste.svg>. Tulostettu 28.4.2015.
- Ratinen, I. 2008. Luokanopettajaksi opiskelevien käsitykset kasvihuoneilmiöstä ja ilmiön opettaminen maantieteessä. *TERRA* 120 (4), 235-242.

- Ratinen, I. 2015. Henkilökohtainen tiedonanto. 24.3.2015.
- Rautiainen, M. 2013. Opettajankoulutus eilen, tänään ja huomenna. Suomen kasvatustieteellinen seura. http://www.kasvatus.net/fera/tekstisivu.tmpl?navi_id=389. Tulostettu 16.4.2015.
- Ripatti, M. 2001. Leo Tolstoi ja vapaan kasvatuksen postulaatti. Teoksessa R. Huhmarniemi, S. Skinnari & J. Tähtinen (toim.) Platonista transmodernismiin. Kasvatusalan tutkimuksia 2. Suomen kasvatustieteellinen seura, 297–320.
- Rozenszayn, R. & Assaraf, O. 2009. When Collaborative Learning Meets Nature: Collaborative Learning as a Meaningful Learning Tool in the Ecology Inquiry Based Project. *Research in Science Education* 41 (1), 123–146. DOI: 10.1007/s11165-009-9149-6.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 10., uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.
- Turun Sanomat ja Suomen tietotoimisto. 2013. Opettajankoulutus ei vastaa nykyajan ongelmiin. Turun Sanomat 3.12.2013. <http://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/568594/Opettajankoulutus+ei+vastaa+nykyajan+ongelmiin>. (Tulostettu 16.4.2015).
- Tynjälä, P. 1999. Teoksessa A. Eteläpelto & P. Tynjälä (toim.) Oppiminen ja koulutus. Työelämän ja koulutuksen näkökulmia. 1. painos. Helsinki: WSOY, 160–179.
- Van der Valk, T. & Broekman, H. 1999. The Lesson Preparation Method: a way of investigating pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *European Journal of Teacher Education* 22 (1), 11–22. DOI: 10.1080/0261976990220102.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., Ikospentaki, K. 2004. Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development* 19, 203–222. DOI: 10.1016/j.cogdev.2003.12.002.
- Vygotski, L. 1982. Ajattelu ja kieli. Venäjänkielinen alkuteos ilmestyi vuonna 1931. Helsinki: Weilin & Göös.

LIITTEET

Liite 1. Tehtävänantomoniste. Ratinen, I. 2012.

Liite 2. Oppikirjan kappale. Arjanne, S., Heinonen, M. ja Palosaari, M. 2003.
Koulun fysiikka ja kemia 5. 2. painos. Helsinki: Otava.

Liite 3. 5E-teemojen maininnat tutkittavaa kohti ennen ja jälkeen opetuksen.

Liite 1. Tehtävänantomoniste

Ilkka Ratinen

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

Luonnontieteen tuntien suunnittelu. Alkukartoitus.**Taustatiedot**

Nimesi:

Suoritetut harjoittelut OKL:ssa:

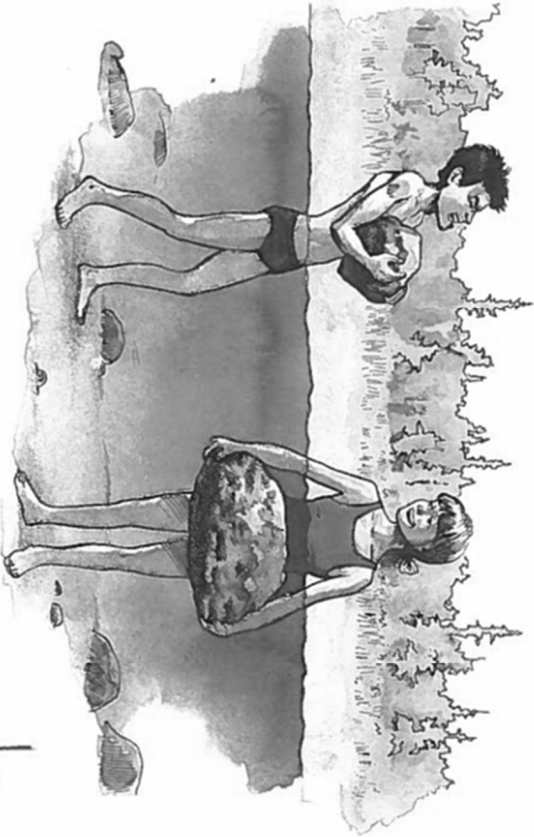
Opetuskokemuksesi kuukausina:

Tehtävänanto

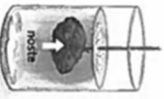
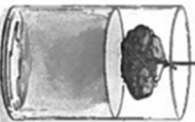
Lue nosteesta kertova oppikirjan kappale. Laadi lukemasi perusteella vuorovaikutteinen tutkivaan oppimiseen pohjautuva tuntisuunnitelma 45 minuuttia kestäväälle oppitunnille. Tee suunnitelmasi yksi. Aikaa suunnitelman laatimiseen on 30 minuuttia. Olettamuksena on, että koulu, jossa opetus toteutetaan, on hyvin varusteltu nykyaikainen koulu. Suunnite tunti viidennelle luokalle, jossa on 24 suomea hyvin osaavaa oppilasta. Esitä tuntisuunnitelmassasi: 1. opetuksen tarkoitus, 2. opetuksen ydinsisällöt, 3. käytettävät työtavat, 4. vuorovaikutussuunnitelma ja 5. arviointi. Suunnittele koe, jolla havainnollistaisit nostetta. Piirrä, mitä kokeessa tapahtuu eli ts. piirrä kokeen alku- ja loppuvaihe.

Liite 2. Oppikirjan kappale

6. Vedessä sinusta tulee voimamies



- Koe 1** Voimat koetuksella
- Välineet: kivi, narua, astia, vettä
1. Kiinnitä naruun kivi kuvan mukaisesti.
 2. Kannattele kiveä narussa ja tutki kiven painoa ilmassa.
 3. Upota kivi astiassa olevaan veteen ja tutki kiven painoa vedessä.
 4. Vertaile kiven painoa ilmassa ja vedessä. Mitä havaitset?
 5. Milläisen selityksen annat ilmiölle?

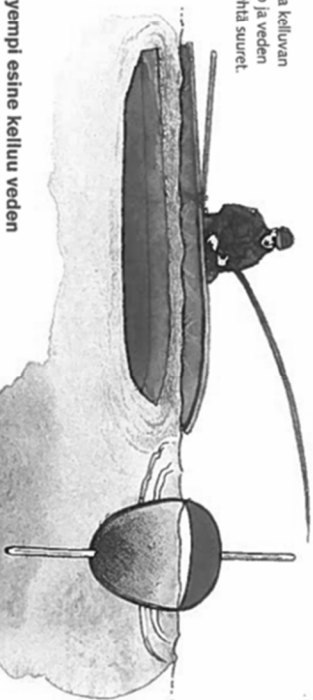


24A. Noste on ylöspäin suuntautuva voima, joka saa vedessä olevan kiven tunturmaan kevyemmältä.

Olet ehkä huomannut, että suuren kiven liikuttelu ja nostaminen on helpompaa vedessä kuin maalla. Raskas kivi tuntuu vedessä kevyemmältä, koska siellä kiveä kannattelee voima, joka on yhtä suuri kuin kiven suuruisen vesimäärän paino. Tätä ylöspäin suuntautuva voima sanotaan nosteksi. Nosteen vuoksi kaikki muutkin raskaat esineet tuntuvat vedessä kevyemmiltä kuin ilmassa. Ilmiötä sanotaan Arkhimeeden lainaksi.

24

25A. Pinnalla kelluvan kohon paino ja veden noste ovat yhtä suuret.



Vettä kevyempi esine kelluu veden pinnalla

Mitä suurempi vedessä oleva kappale on, sitä suurempi kannatteleva voima eli noste on. Jos veteen upotettava kappale on vettä kevyempää ainetta, noste on niin suuri, että kappale nousee veden pinnalle ja jää kellumaan siihen. Esimerkiksi ongenkoho kelluu veden pinnalla. Vain osa kohosta on pinnan alla. Kelluvaan kohoön vaikuttava noste on tällöin yhtä suuri kuin kohon paino.



- Koe 2** Kelluuko vai uppoaako?
- Välineet: lasiastia, vettä, eri aineista valmistettuja pieniä esineitä
1. Ota astiaan vettä.
 2. Asetä kukin esine vuorotellen astiaan ja päättele, onko esine vettä kevyempää, yhtä painavaa vai raskaampaa kuin vesi.
 3. Kokoa saamasi tulokset taulukkoon.
 4. Mistä aineista valmistetut esineet ovat vettä raskaampia?

25

LIITE 3. 5E-teemojen maininnat tutkittavaa kohti ennen ja jälkeen opetuksen

Suunnitelmat ennen opetusta								
Tutkittava / Teema	1	2	3	4	5	Yhteensä/tutkittava	Ennakkokäsitykset	
1	1	2	1	0	0	4		
2	3	3	0	0	1	7	1	
						0		
						0	1	
						0	1	
6	2	2	1	0	1	6	1	
7	1	4	3	0	0	8		
8	1	3	1	1	0	6		
9	2	2	3	0	0	7	1	
10	3	4	0	0	0	7	1	
11	2	2	0	0	1	5		
12	4	3	1	0	0	8		
13	1	1	1	0	1	4	1	
14	1	3	1	0	1	6	1	
15	5	6	6	1	1	19		
16	3	5	3	0	0	11	1	
17	1	3	1	0	1	6		
18	1	4	4	1	1	11		
Yhteensä/teema	31	47	26	3	8	115	9	
Suunnitelmat opetuksen jälkeen								
Tutkittava / Teema	1	2	3	4	5	Yhteensä/tutkittava	Ennakkokäsitykset	
1	1	0	2	1	2	6		
2	2	2	1	0	1	6	1	
						0		
						0	1	
						0		
6	4	2	3	0	0	9	1	
7	4	2	1	0	1	8	1	
8	2	2	0	0	0	4	1	
9	2	3	1	0	0	6	1	
10	2	3	1	0	1	7	1	
11	1	3	0	0	1	5		
12	6	4	2	0	1	13	1	
13	2	3	2	0	1	8	1	
14	1	4	1	0	1	7	1	
15	7	2	3	2	0	14	1	
16	3	4	3	0	2	12	1	
17	1	2	1	0	1	5	1	
18	2	6	6	1	1	16	1	
	40	42	27	4	13	126	14	