



ARGUMENTOINTIA PAINOTTAVA LUONNONTIETEEN KOULUOPETUS – KATSAUS TAVOITTEISIIN

Mikko Kesonen, Risto Leinonen, Mervi A. Asikainen & Pekka E. Hirvonen

Itä-Suomen yliopisto

TIIVISTELMÄ

Tässä artikkelissa tarkastellaan argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen tavoitteita kansainvälisen tutkimuskirjallisuuden pohjalta. Tarkasteluun valittiin 14 luonnontieteen kouluopetuksen tutkimusartikkelia, joissa esiintyvät kuvaukset argumentoinnin tavoitteista luokiteltiin niissä esiintyvien teemojen perusteella. Tavoitekuvauksista erottui kolme pääteemaa: koulussa opettavien luonnontieteiden autenttisuuden lisääminen, oppilaiden ajattelu- ja vuorovaikutustaitojen kehittymisen tukeminen sekä sisältötiedon osaamisen ja luonnontieteellisen sivistyksen syöväminen. Autenttisen kuvan välittäminen luonnontieteistä oppilaille näyttäytyi edellytyksenä muiden oppimistavoitteiden saavuttamiselle. Tämän edellytyksen ja muiden tavoitteiden tunnistaminen edesauttaa argumentoinnin hyödyntämistä luonnontieteen kouluopetuksessa.

JOHDANTO

Argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen käsittely on lisääntynyt kansainvälisessä luonnontieteen opetuksen tutkimuskirjallisuudessa viimeisen 20 vuoden aikana (Erduran, Ozdem, & Park, 2015). Argumentointia painottavassa luonnontieteen opetuksessa oppilaita ohjataan muodostamaan paras mahdollinen selitysmalli tarkasteltavalle luonnonilmiölle siitä saatavan havaintoineiston pohjalta. Tällöin opetus tähtää luonnontieteiden sisältötiedon oppimisen lisäksi luonnontieteellisen tiedon luonteen ja sen muodostamisprosessin syvälliseen ymmärtämiseen. Argumentointia painottamalla pyritään monipuolistamaan perinteistä, faktojen ulkolukua korostavaa luonnontieteiden opetusta. (Driver ym., 2000)

Luonnontieteen opetuksen tutkimuskirjallisuudessa *argumentti* kuvaa yleisesti perusteltua väitettä (Driver, Newton, & Osborne, 2000). Päättelyn näkökulmasta

väite voidaan nähdä eräänlaisena *johtopäätöksenä*, jota tukevat perustelut ovat *premissesjä* (Bricker & Bell, 2008). Luonnontieteissä ja niiden opetuksessa nojaututaan usein ilmiöitä kuvaaviin selityksiin (*explanation*), jotka voidaan nähdä argumentteina, joiden premissien ja niistä tehdyn johtopäätöksen uskotaan olevan totta (Sinnott-Armstrong & Fogelin, 2010). *Vakuuttelu* (*convince* tai *persuade*) sen sijaan on argumentti, jonka johtopäätös tai premissit eivät välttämättä näyttäydy paikkaansa pitävinä, ainakaan alkuun (Sinnott-Armstrong & Fogelin, 2010). Vakuuttelun tarkoituksena on saada kuulijat uskomaan argumentissa esitetty väite sitä tukevien premissien eli perustelujen avulla. Luonnontieteissä vakuuttelulla on keskeinen rooli esimerkiksi kilpailevia selitysmalleja tarkasteltaessa.

Argumentin muodostamisprosessia kutsutaan *argumentoinniksi* tai *argumentaatioksi*. Se kuvaa päättely- ja vuorovaikutusprosessia, joka tapahtuu puheen tai tekstin välityksellä. Argumentointi kuuluu lähes kaikkiin luonnontieteellisen tutkimuksen vaiheisiin aina tutkimuksen suunnittelusta tulosten raportointiin (Osborne, 2010). Niinpä argumentointi on olennainen osa luonnontieteitä, ja sitä korostamalla voidaan lähestyä monia luonnontieteen opetukselle asetettuja tavoitteita (Fischer, ym., 2014). Tässä artikkelissa argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen tavoitteita tarkastellaan tutkimuskirjallisuuden pohjalta.

Tavoitteiden näkökulmasta argumentointia painottava opetus voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: oppia argumentoimalla (*arguing-to-learn*) ja oppia argumentoimaan (*learning-to-argue*) (Rapanta, Garcia-Mila, & Gilabert, 2013; Fischer ym., 2014). Ensimmäisessä ryhmässä (oppia argumentoimalla) argumentoinnin ensisijainen tarkoitus on tukea luonnontieteiden sisältötiedon oppimista. Toisessa ryhmässä (oppia argumentoimaan) keskitytään vahvemmin oppilaiden argumentointitaitojen kehittämiseen muun muassa käsittelemällä hyvän argumentin osatekijöitä ja rakennetta.

Sisältötiedon osaamisen ja argumentointitaitojen kehittymisen lisäksi argumentointia painottamalla pyritään vahvistamaan oppilaiden kriittisen ajattelun taitoja (Driver, Newton, & Osborne, 2000). Itseasiassa kriittisen ajattelun taidot ovat erottamattomassa yhteydessä argumentointitaitoihin, joiden avulla henkilöt voivat muodostaa omia perusteitaan avoimesti tutkailevia arvostelmia ja väittämiä sekä ottaa kantaa muiden esittämiin väitteisiin (Kurki & Tomperi, 2011; Hyytinen, 2015). Nämä taidot pitävät sisällään kyvyn ajatella loogisesti, motivaation omaksua riittävät tiedot väittämien arviointia varten ja avoimuuden oman ajattelun korjaamiselle ja uusien oivallusten tekemiselle. Tässä muodossa argumentointitaitojen ja kriittisten ajattelutaitojen kehittyminen on eräs tärkeimmistä yleissivistävän koulutuksen tavoitteista (Paul, 1992).

Aikaisemmissa argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen kirjallisuuskatsauksissa opetuksen tavoitteita on usein käsitelty osana jotain muuta aihetta, kuten oppimistuloksia (Osborne, 2010), keinoja tukea luonnontieteellisen

sivistyksen (scientific literacy) opettamista (Cavagnetto, 2010), tai pyrkimystä määritellä argumentointikompetenssi nykyistä tarkemmin (Rapanta ym., 2013). Tässä artikkelissa esitetty kirjallisuuskatsaus täydentää tätä perinnettä keskittymällä argumentointiopetuksen tavoitteisiin ja niiden keskinäisiin riippuvuussuhteisiin, eli toimiiko jokin tavoite edellytyksenä muiden saavuttamiselle. Kokonaisuutena haemme vastausta alla olevaan tutkimuskysymykseen:

Millaisiin oppimistavoitteisiin argumentointia painottava luonnontieteen opetus tähtää?

Tavoitteita ja niiden riippuvuussuhteita tunnistamalla luodaan hyvät lähtökohdat argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen toteuttamiselle. Lähtökohtien tunnistaminen on erityisen tärkeää Suomessa, sillä valtakunnallisissa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa argumentointi korostuu sekä laaja-alaisissa osaamistavoitteissa että fysiikan ja kemian oppimistavoitteissa (Opetushallitus, 2017). Kirjallisuuskatsauksemme tukee valtakunnallista luonnontieteiden opetuksen uudistamistyötä.

KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTUS

Argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen tutkimuskirjallisuuteen on perehdytty LUMA SUOMI -kehittämishankkeessa *Ilmiöiden ihmetyksestä fysiikan oppimiseen argumentoinnin keinoin (Ihmetys-hanke)* vuosina 2015–2016. Hankkeen tavoitteena on tukea yläkoululaisten argumentointitaitojen kehittymistä fysiikan opetuksen kontekstissa (Kesonen, 2015). Tavoitetta on lähestytty kehittämällä tehtäväkokonaisuuksia yhteistyössä opettajien kanssa, kuten on esitelty artikkelissa (Leinonen, Kesonen, & Hirvonen, 2016). Hankkeessa tehty kehitystyö on osittain perustunut argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen tuntemiseen.

Kirjallisuuskatsauksen aineisto etsittiin Google Scholarilla¹ käyttämällä hakusanoja *argumentation/argument in school science, argumentation/argument in school laboratories, argumentation/argument in physics education*. Hakuosumien määrät vaihtelivat välillä 29000–2710000. Aineistoon valittiin kokoelma-artikkeleita, jotka välittävät kattavan kokonaiskuvan argumentointia painottavasta luonnontieteen kouluopetuksesta, ja artikkeleita, joissa tarkastellaan argumentointiopetuksen tavoitteita ja tavoitteenasettelun lähtökohtia joko teoreettisesta tai empiirisestä näkökulmasta. Lisäksi aineiston valinnassa painotettiin tutkimusartikkeleita, joissa käsitellään argumentointia fysiikan opetuksen kontekstissa. Katsauksen ulkopuolelle jätettiin tutkimusmetodologiaa käsittelevät artikkelit ja artikkelit, joissa arvioitiin opettajien tai opettajiksi opiskelevien argumentointitaitoja.

¹ Google Scholar kattaa suuren osan akateemisista julkaisijoista, mikä mahdollistaa riittävien perustietojen saannin argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen tavoitteista.

Lopulta analysoitavaksi valikoitui 14 tutkimusartikkelia, jotka on merkitty lähdeluetteloon tähdellä (*).

Tutkimusartikkelit analysoitiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin (Elo & Kyngäs, 2008) avulla. Artikkelien lukemisen yhteydessä niihin merkittiin argumentointipainotuksen tavoitteita käsittelevät tekstikatkelmat, joita tunnistettiin yhteensä 33. Tekstikatkelmien pituudet vaihtelivat muutamasta lauseesta useiden virkkeiden mittaisiin kappaleisiin. Tekstikatkelmat luettiin useampaan kertaan tavoitteita kuvaavien teemojen tunnistamiseksi. Teemoista muodostettiin tavoitteita kuvaavia luokkia, joihin tekstikatkelmat luokiteltiin. Jos tekstikatkelmassa viitattiin useampaan oppimistavoitteita kuvaavaan teemaan, se sisällytettiin useampaan luokkaan. Kaiken kaikkiaan tekstikatkelmissa viitattiin eri tavoitteita kuvaaviin teemoihin 59 kertaa, joka on siis luokkiin kuuluvien tekstikatkelmien kokonaismäärä (n). Analyysin toteutti artikkelin ensimmäinen kirjoittaja Atlas.ti-ohjelmiston avulla.

ARGUMENTOINTIPAINOTUKSEN TAVOITTEITA

Taulukossa 1 on esitetty argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen tavoitteita kuvaavat teemat ja niiden esiintymistä kuvaavat prosenttiosuudet. Ennen tavoitteiden tarkempaa esittelyä lukijan on syytä tiedostaa, että tavoitteet kytkeytyvät myös toisiinsa, kuten luvun lopussa esitetään.

Taulukko 1. Argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen tavoitteita kuvaavat teemat (n=59).

Argumentointipainotuksen tavoitteena on	%
luonnontieteen sisältötiedon oppimisen tukeminen	37
välittää autenttisesti kuva luonnontieteellisen tiedon luonteesta, sen muodostamistavasta ja tutkimuksen ydintoiminnoista	32
yleisten ajattelu- ja vuorovaikutustaitojen oppiminen	24
lisätä oppilaiden valmiuksia hyödyntää luonnontieteitä eettisten, moraalisten ja yhteiskunnallisten ongelmien tarkastelussa	7

Sisältötiedon oppiminen

Argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen tavoitteista voimakkaimmin esiin nousee luonnontieteen sisältötiedon oppiminen. Sisältötiedon osa-alueista käsitteellisen ymmärryksen vahvistaminen painottuu eniten sisältötiedon oppimistavoitteita kuvattaessa (McNeill, 2011; Lawson, 2003; Duschl & Osborne, 2002; Nussbaum, Sinatra, & Poliquin, 2008; Bricker & Bell, 2008). Käsitteellisen ymmärryksen vahvistaminen konkretisoituu usein pyrkimykseksi tukea oppilaiden kykyä hyödyntää luonnontieteiden käsitteitä ilmiötä kuvaavien

selitysmallien luomisessa ja arvioimisessa kokeellisen havaintoaineiston pohjalta (Berland & Reiser, 2008; Cavagnetto, 2010). Argumentointia painottavassa opetuksessa luonnontieteen käsitteiden käyttöä tuetaan myös tilanteissa, joissa oppilaat esimerkiksi tarkastelevat luonnontieteisiin liittyviä eettisiä ja moraalisia kysymyksiä, kuten onko oikein hävittää tuholaiseläinlaji sukupuuttoon (McNeill, 2011; Evagorou & Osborne, 2013).

Käsitteellistä osaamista huomattavasti harvemmin argumentointipainotuksen tavoitteena on erilaisten kokeellisten tutkimusmenetelmien oppiminen. Menetelmien oppimiseen viitattiin lähinnä yleisillä kuvauksilla, kuten *developing [students'] investigational capability* (Driver ym., 2000; Squire & Jan, 2007).

Autenttisempi kuva luonnontieteellisestä tutkimustoiminnasta

Argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen tavoitteista toiseksi eniten painottuu pyrkimys välittää oppilaille autenttista kuvaa luonnontieteellisen tutkimuksen ydintoiminnoista. Luonnontieteellisen tutkimustyöhön olennaisena osana kuuluu kokeellisista havainnoista väitteiden muodostaminen, ja näiden väitteiden kriittinen ja yhteisöllinen arviointi parhaan mahdollisen selitysmallin löytämiseksi (Driver ym., 2000). Argumentointia painottavassa opetuksessa oppilaat usein muodostavat kokeellisiin havaintoihin perustuvia väittämiä ja arvioivat niitä yhteisöllisesti (Berland & Reiser, 2008; Chin & Osborne, 2010). Yhteisöllisen arvioinnin tarkoituksena on perehdyttää oppilaat luonnontieteille ominaiseen keskustelutapaan ja yhdessä toimimiseen (Bricker & Bell, 2008; Cavagnetto, 2010; Driver ym., 2000). Tässä toimintatavassa oppilaita kannustetaan esittämään vaihtoehtoisia selitysmalleja tarkasteltavalle ilmiölle ja muodostamaan konsensus olemassa olevan taustatiedon pohjalta. Tällaisen keskustelu- ja toimintakulttuurin omaksumisen on osoitettu vahvistavan oppilaiden ymmärrystä luonnontieteellisen tiedon luonteesta (Driver ym., 2000; Duschl & Osborne, 2002; McNeill, 2011; Nussbaum ym., 2008). Sen on myös havaittu lisäävän oppilaiden halukkuutta osallistua argumentointiin luonnontieteen opetuksen kontekstissa (Chin & Osborne, 2010). Niinpä keskustelu- ja toimintakulttuurin muodostaminen luokkahuoneeseen onkin nostettu jopa sisältötiedon oppimista keskeisemmäksi opetustavoitteeksi (Berland & Hammer, 2012).

Yleisten ajattelu- ja vuorovaikutustaitojen kehittäminen

Argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen tavoitteiden kuvauksissa tuodaan esille pyrkimys kehittää oppilaiden yleisiä ajattelu- ja vuorovaikutustaitoja. Argumentointi edellyttää ilmiöiden taustalla olevien syy-seuraussuhteiden pohtimista, mikä luo hyvät edellytykset ajattelutaitojen, kuten luokittelu-, arviointi- ja päättelykyvyn, kehittymiselle (Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2001; Cavagnetto, 2010; Duschl & Osborne, 2002; Kuhn, 2010).

Argumentointia painottavassa opetuksessa oppilaat työskentelevät usein pareittain tai pienissä ryhmissä, joissa he pohtivat ilmiöiden taustalla olevia syy-seuraussuhteita yhdessä muiden oppilaiden kanssa (Chin & Osborne, 2010; Berland & Reiser, 2008; Osborne ym., 2001; Cavagnetto, 2010). Opettajan roolina on tukea keskustelua siten, ettei se jämähdä ”en tiedä” tai ”juupas-eipäs” -tasolle vaan tuo aidosti esiin oppilaiden erilaiset selitysmallit tarkasteltavan ilmiön taustalla olevista syy-seuraussuhteista (McNeill, 2011). Näitä selitysvaihtoehtoja esittäessä ja arvioidessa oppilaat joutuvat vuorolla esittäjän ja kuuntelijan rooliin, mikä luo hyvät lähtökohdat vuorovaikutustaitojen kehittymiselle (Chin & Osborne, 2010).

Argumentointia painottavassa opetuksessa oppilaille usein opetetaan mistä argumentti koostuu ja millaiset ovat hyvän argumentin ominaispiirteet (Cavagnetto, 2010; Osborne ym., 2001). Näiden tunnistaminen toimii viitekehystenä, jonka tarkoitus on jäsentää oppilaiden ajattelua ja vuorovaikutusta sellaiseen suuntaan, joka auttaa heitä kehittämään entistä pidemmälle vietyjä selitysmalleja tarkasteltavan ilmiön syy-seuraussuhteista (McNeill, 2011; Chin & Osborne, 2010). Selitysmallien kehittymisen myötä kehittyvät usein myös niitä kuvaavat argumentit. Hyvän argumentin ominaispiirteiden avulla oppilaiden ajattelua ja vuorovaikutusta pyritään ohjaamaan suuntaan, joka tukee uuden tietämyksen ja parempien argumenttien muodostamista yhteistyössä muiden kanssa (Berland & Reiser, 2008). Tämän opetuskäytännön säännöllisen toteutumisen on havaittu kehittävän oppilaiden ajattelu-, vuorovaikutus- ja argumentointitaitoja (Osborne, Erduran, & Simon, 2004).

Luonnontieteiden hyödyntäminen eettisten, moraalisten ja yhteiskunnallisten ongelmien tarkastelussa

Argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen tavoitekuvauksissa tuotiin esille pyrkimys tukea oppilaiden valmiuksia hyödyntää luonnontieteitä eettisten, moraalisten ja yhteiskunnallisten ongelmien tarkastelussa. Tämä tavoite tuli esille vaikeasti määriteltävien ongelmien (ill-defined problems) ja SSI-aiheiden (Socio-Scientific-Issues) konteksteissa (Evagorou & Osborne, 2013; McNeill, 2011). Argumentointipainotuksen pyrkimyksenä oli ohjata oppilaita havainnoimaan, miten luonnontieteitä voidaan hyödyntää esimerkiksi poliittisessa päätöksenteossa (Driver ym., 2000). Lisäksi argumentointia painottamalla pyrittiin vahvistamaan oppilaiden luonnontieteellistä sivistystä (scientific literacy), joka voidaan nähdä kykyinä hyödyntää luonnontieteitä esimerkiksi arkipäivän valintojen arvioinnissa (Cavagnetto, 2010).

Argumentointipainotuksen tavoitteiden kytkeytyminen toisiinsa

Argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen tavoitteet ovat kytköksissä toisiinsa. Sisältötiedon oppimisen ajatellaan vahvistuvan, kun oppilaita ohjataan muodostamaan tarkasteltavasta ilmiöstä erilaisia selitysmalleja, joita arvi-

oidaan yhdessä (Berland & Reiser, 2008; Chin & Osborne, 2010). Samalla korostuu, ettei luonnontieteellinen tieto ole absoluuttista vaan tiedeyhteisön luoma konsensus ilmiön parhaasta mahdollisesta selitysmallista. Tämä kuvaa varsin autenttisesti luonnontieteellisen tiedon luonnetta ja tiedon muodostamisen ydintoimintoja (Osborne ym., 2001; Driver ym., 2000). Hyvän argumentin ominaispiirteet tunnistamalla oppilaiden ajattelua ja vuorovaikutusta ohjataan sisältötiedon oppimista ja luonnontieteellisen tiedon luonteen ymmärtämistä tukevaan suuntaan (Duschl & Osborne, 2002). Lisäksi hyvän argumentin ominaispiirteiden tunnistaminen tukee oppilaiden ajattelu- ja vuorovaikutustaitojen kehittymistä, sillä ne ohjaavat heitä kiinnittämään huomiota niihin seikkoihin, jotka mahdollistavat parempien argumenttien muodostamisen (Berland & Reiser, 2008).

Vaikka tavoitteet ovat toisiinsa kytkeytyneitä, eräs tavoitteista vaikuttaa toimivan edellytyksenä muiden saavuttamiselle. Berlandin ja Hammerin (2012) mukaan oppilailla tulee olla varsin autenttinen kuva luonnontieteistä, ennen kuin he osallistuvat argumentointiin tarkoituksenmukaisella tavalla. Berland ja Hammer (2012) perustelevat väitettään sillä, että oppilaiden käyttäytymistä ohjaa heidän käsityksensä siitä, miten heidän odotetaan toimivan opetustilanteessa. Käsitteksen muodostumisprosessia kuvaa termi *framing*, joka yleisesti kuvaa ihmisten pyrkimystä hahmottaa mitä sosiaalisissa tilanteissa on tekeillä ja miten heidän tulisi niissä käyttäytyä (Hammer, Elby, Scherr, & Redish, 2005). Jos oppilaat hahmottavat argumentoinnin tärkeäksi luonnontieteen oppitunnin työskentelytavaksi, he todennäköisemmin sitoutuvat sen toteuttamiseen ja pyrkivät sen avulla löytämään parhaan mahdollisen selitysmallin eri vaihtoehtoja kriittisesti tarkastelemalla. Jos oppilaat hahmottavat argumentoinnin epäolennaiseksi työskentelytavaksi, heidän käyttäytymisensä tuskin ohjautuu toisten esittämien argumenttien kriittiseen tarkasteluun tai parhaan mahdollisen selitysmallin löytämiseen. Tällöin argumentointia painottava opetus ei aidosti aktivoi oppilaiden ajattelua eikä tue muiden oppimistavoitteiden saavuttamista. Niinpä Berland ja Hammer (2012) korostavat, että oppilaiden tulisi hahmottaa kuinka heidän odotetaan käyttäytyvän argumentointia painottavassa opetuksessa. Näitä odotuksia voidaan havainnollistaa välittämällä oppilaille autenttinen kuva luonnontieteen ydintoiminnoista.

YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä artikkelissa on tarkastelu argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen tavoitteita kansainvälisen tutkimuskirjallisuuden pohjalta. Tärkeimmiksi tavoitteiksi nousevat pyrkimys välittää oppilaille autenttisempi kuva luonnontieteistä, tukea oppilaiden ajattelu- ja vuorovaikutustaitojen kehittymistä ja syventää heidän sisältötiedon osaamisen ja luonnontieteellisen sivistyksen tasoa. Samansuuntaiset tavoitteet ovat korostuneet aikaisemmin toteutetuissa kirjallisuuskatsauksissa (ks. (Cavagnetto, 2010; Osborne, 2010)). Lisäksi

tunnistetuissa tavoitteissa korostuu pyrkimys oppia luonnontieteitä argumentoimalla (arguing-to-learn) ja oppia argumentoimaan (learning-to-argue) luonnontieteitä opiskellessa, kuten aikaisemmin esitetty (Rapanta ym., 2013; Fischer ym., 2014). Aikaisempia kirjallisuuskatsauksia täydentää havainto, jonka mukaan pyrkimys välittää autenttinen kuva luonnontieteistä oppilaille toimii edellytyksenä muiden tavoitteiden saavuttamiselle (Berland & Hammer, 2012). Autenttisen kuvan välittäminen luonnontieteistä näyttäytyy siis muita tavoitteita tärkeämpänä. Sen avulla oppilaat voivat omaksua toimintakulttuurin, jossa on hyväksyttyä kyseenalaistaa ja arvioida kriittisesti erilaisia selitysmalleja kokeellisen havaintoaineiston pohjalta. Tällainen toimintakulttuuri ohjaa oppilaita argumentoimaan siten, että he aidosti sitoutuvat ponnistelemaan parhaan mahdollisen selitysmallin löytämiseksi. Oppilaiden aktiivinen ponnistelu luo perustan muiden tavoitteiden saavuttamiselle. Jotta opettaja pystyy muodostamaan oppitunneille argumentointia tukevan toimintakulttuurin, hänellä täytyy olla autenttista kuvaa vastaava käsitys luonnontieteellisen tiedon luonteesta ja sen muodostumistavasta. Niinpä opettajan käsitys luonnontieteellisen tiedon luonteesta ja sen muodostumistavasta on keskeisessä roolissa argumentointia painottavan luonnontieteen opetuksen toteuttamisessa.

Artikkelissa esitetyn analyysin luotettavuutta heikentävät suppea aineisto ja se, että luokittelun on toteuttanut yksittäinen henkilö. Toisaalta löydetty tavoitteet vastaavat aikaisemmissa kirjallisuuskatsauksissa esiin nostettuja tavoitteita, mikä tukee tehdyn analyysin luotettavuutta. Lisäksi analyysissä havaittu tavoitteiden riippuvuussuhteet ovat ymmärrettävissä yleisesti tunnetulla framing-prosessilla (Hammer et al., 2005). Tämä lisää tulosten ymmärrettävyyttä ja vahvistaa analyysin luotettavuutta. Artikkelissa esitettyjen tulosten yleistettävyyttä tulee tarkastella tapauskohtaisesti harkiten.

Lopuksi mainittakoon, että tässä tutkimuksessa havaitut tavoitteiden riippuvuussuhteet voivat olla osasyynä siihen, miksi argumentointia painottava luonnontieteen kouluopetus koetaan usein vaikeaksi, eikä se aina johda perinteistä luonnontieteen kouluopetusta parempiin oppimistuloksiin (ks. esim. Simon, Erduran, & Osborne, 2006). Perinteisessä luonnontieteen kouluopetuksessa opettaja ja oppikirja näyttävät oppilaille usein ensisijaisina tiedonlähteinä, joiden esittämiä selitysmalleja ei ole tarpeen tarkastella kriittisesti. Tällaiseen opetukseen tottuneet oppilaat voivat ajatella, ettei heidän ole syytä miettiä vaihtoehtoisia selitysmalleja vaan oppia muistamaan opettajan tai oppikirjan esittämä selitysmalli tarkasteltavalle ilmiölle. Tällaisista lähtökohdista on hyvin epätodennäköistä, että oppilaat aidosti ponnistelevat parhaan mahdollisen selitysmallin muodostamiseksi. Jos oppilaat eivät aidosti osallistu argumentointiin, ei heidän ajattelunsaakaan aktivoidu sisältötiedon tai vuorovaikutustaitojen oppimista tukevalla tavalla. Niinpä argumentointia painottavassa opetuksessa on tärkeää löytää keinoja, joilla oppilaat saadaan ymmärtämään luonnontieteellisen tiedon

luonne ja tiedon muodostumistavan periaatteelliset erityispiirteet. Näiden keinojen löytämiseksi valtakunnallisessa LUMA-toiminnassa suomalaisille opettajille ja opettajiksi opiskeleville on suunnitteilla koulutuskokonaisuus, joka tukee argumentointia painottavan luonnontieteen kouluopetuksen toteuttamista. Argumentoinnin merkityksellinen hyödyntäminen osana fysiikan ja kemian opetusta tukee erinomaisesti tutkimuksellista luonnontieteiden opetustapaa.

LÄHTEET

- *Merkityt lähteet sisältyvät kirjallisuuskatsauksen aineistoon.
- *Berland, L. K., & Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of research in science education*, 49, 68-94.
- *Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2008). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93, 26-55.
- *Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92, 473-498.
- *Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: a review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80, 336-371.
- *Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discourse interaction: their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Education*, 47, 883-908.
- *Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- *Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- *Evagorou, M. & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of research in science education*, 50, 209-237.
- *Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94, 810-824.
- *Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, 11, 1387-1408.
- *McNeill, K. L. (2011). Elementary Students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 793-823.

- *Nussbaum, M. E., Sinatra, G. M., & Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30, 1977-1999.
- *Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 83.
- *Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: developing scientific argumentation skills with a placed-based augmented game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 5-29.
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107-115.
- Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J. (2015). Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998-2014. *International Journal of STEM education*, 2(5).
- Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R.,... Eberle, J. (2014). Scientific reasoning and argumentation: advancing an interdisciplinary research agenda in education. *Frontline Learning Research*, 5, 28-45.
- Hammer, D., Elby, A., Scherr, R. A., & Redish, E. F. (2005). Resources, framing, and transfer. *Transfer of Learning from a Modern Multidisciplinary Perspective* (ss. 1-26). Greenwich: Information Age Publishing.
- Hyttinen, H. (2015). *Looking beyond the obvious: theoretical, empirical and methodological insights into critical thinking*. Helsinki: Unigrafia.
- Kesonen, M. (2015). *Ilmiöiden ihmetyksestä fysiikan oppimiseen argumentoinnin keinoin*. Noudettu 23.2.2017 osoitteesta <http://www.uef.fi/web/luma/ilmioiden-ihmetyksesta-fysiikan-oppimiseen-argumentoinnin-keinoin>
- Kurki, L. & Tomperi, T. (2011). *Väittely opetusmenetelmänä - kriittisen ajattelun, argumentaation ja retoriikan taidot käytännössä*. Tampere: Eurooppalaisen filosofian seura ry / niin & näin.
- Leinonen, R., Kesonen, M. P., & Hirvonen, P. E. (2016). Hidden circuits and argumentation. *Physics Education*, 51(6).
- Opetushallitus. (2014) *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Noudettu 23. 2 2017 osoitteesta http://www.opi.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetus-suunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/perusopetus
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: the role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328, 463-466.

- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95, 627-638.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Paul, R. (1992). *Critical thinking: what every person needs to survive in a rapidly changing world*. Michigan: Foundation for Critical Thinking.
- Rapanta, C., Garcia-Mila, M., & Gilabert, S. (2013). What is meant by argumentative competence? An integrative review of methods of analysis and assessment in education. *Review of Educational Research*, 83, 483-520.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260.
- Sinnott-Armstrong, W., & Fogelin, R. J. (2010). *Understanding arguments: an introduction to informal logic*. Wadsworth, cengage learning.