

KOLMETOISTAVUOTIAIDEN NUORTEN KÄSITYKSIÄ LUONNONTIETEELLISESTÄ TUTKIMUKSESTA

Arvi Hakanen ja Jari Lavonen
University of Helsinki, Department of education

Received: 27.12.2016

Accepted: 10.8.2017

Tiivistelmä Luonnontieteellisen tutkimuksen luonteen ymmärtämistä mittaavaa VASI-testiä (views about the scientific inquiry) sovellettiin 149:n seitsemäsluokkalaisten muodostamaan otokseen. Vastaukset luokiteltiin neljään ryhmään (vastaus puuttuu, vastaus ei ole mallitiedon mukainen, vastaus on osittain mallitiedon mukainen, vastaus on mallitiedon mukainen). Tutkimuksen perusteella läheskään kaikkia luonnontieteellisen tutkimuksen luonteen piirteitä ei hallita koherentisti seitsemännellä luokalla. Kuitenkin esimerkiksi VASI-näkökulma ”aineisto on eri asia kuin tulokset” osattiin ilman eksplisiittistä opetusta ja todennäköisesti siksi, että suomalaisilla oppilailla on keskimäärin hyvät valmiudet loogiseen päättelyyn ja riittävät kielelliset valmiudet arvioida käsitteiden välisiä eroja/yhtäläisyyksiä.

7TH GRADE STUDENTS' VIEWS OF THE SCIENTIFIC INQUIRY

Abstract VASI (views about the scientific inquiry) questionnaire was applied to a sample of 149 7th grade students. When assessing each aspect of VASI, pupils' views were categorized into one of four categories: informed, mixed, naive, and unclear. According to the diagnostic test, 7th grade students did not possess informed conceptions of NOS in average, while certain questions were better understood. E. g., question #4 which measured the possession of the VASI aspect "Data does not equal evidence" was relatively well understood indicating that Finnish students had good reading ability and logical deduction skills without prior explicit teaching of VASI concepts.

1. Johdanto

Käsite “luonnontieteiden luonne” (NOS, nature of science) on esiintynyt anglosaksisissa maissa opetussuunnitelmateksteissä yli 100 vuotta, ja sitä koskevaa kasvatustieteellistä tutkimusta on tehty yli 50 vuotta (Lederman, 2007). Keskeistä luonnontieteiden luonteen ymmärtämisessä on luonnontieteellisen tutkimuksen rakenteen ja vaiheiden sekä luonnontieteellisten selitysten luonteen ymmärtäminen. Nämä on otettu myös PISA 2006 viitekehyksessä keskeisiksi NOS-osaamisen alueiksi (OECD, 2007).

Luonnontieteiden luonteen oppimisen tavoittelu implisiittisesti luonnontieteellisten kokeiden ohessa tulee hyvin esille siinä, millä tavalla opetussuunnitelman perusteasiakirjat (OPS) kuvaavat kokeelliselle työskentelylle asetettuja tavoitteita. Vuoden 1994 OPS (Opetushallitus, 1994) kuvaa asiaa siten, että kokeellisen työskentelyn on tarkoitus tukea

lähinnä käsitteiden oppimista. Vuoden 2004 OPS:ssa todetaan (Opetushallitus, 2004): ”Kokeellisuuden tehtävänä on auttaa oppilasta hahmottamaan luonnontieteiden luonnetta ja omaksumaan uusia luonnontieteellisiä käsitteitä, periaatteita ja malleja sekä kehittää kokeellisen työskentelyn ja yhteistyön taitoja ja innostaa oppilasta fysiikan/ kemian opiskeluun”. Vastaavasti vuoden 2014 OPS:ssa todetaan (Opetushallitus, 2014): ”... opetuksen lähtökohtana ovat luonnosta ja teknologisesta ympäristöstä tehdyt havainnot ja tutkimukset. Kokeellisuudella on oleellinen merkitys käsitteiden omaksumisessa ja ymmärtämisessä, tutkimisen taitojen oppimisessa ja luonnontieteiden luonteen hahmottamisessa. ...”

OPS:ssa luonnontieteen luonteen hahmottaminen mainitaan tavoitteena fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteiden joukossa ensimmäisen kerran vuonna 2004. Vuoden 2014 OPS:ssa kuvataan lisäksi opetuksen tavoitteisiin liittyvät päättöarvioinnin kriteerit hyvälle osaamiselle peruskoulun päättövaiheessa. Fysiikassa ja kemiassa opetuksen tavoitteissa ja arviointikriteereissä luonnontieteiden luonteen hahmottaminen mainitaan eksplisiittisesti yhtenä luonnontieteiden osaamisalueena. Fysiikan ja kemian päättöarvioinnin kriteereissä luonnontieteellisen tiedon luonne mainitaan kolmeen kertaan taulukon 1 mukaisesti. Myös biologiassa ja maantiedossa luonnontieteen luonne sisältyy implisiittisesti biologian ja maantieteen opetuksen taitotavoitteisiin, joissa mainitaan mm. ”luonnontieteellinen/ maantieteellinen ajattelutaito”.

Taulukko 1. Luonnontieteiden luonteen osaamisen kriteerit osana fysiikan ja kemian päättöarvioinnin kriteereitä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014).

Opetussuunnitelman kohta	Kuvaus
Opetuksen tavoite	T13 Ohjata oppilasta hahmottamaan luonnontieteellisen tiedon luonnetta ja kehittymistä sekä tieteellisiä tapoja tuottaa tietoa
Sisältöalueet	S1 Luonnontieteellinen tutkimus S4 Fysiikka/kemia maailmankuvan rakentajana
Arvioinnin kohde	Luonnontieteellisen tiedon luonteen hahmottaminen
Hyvä osaaminen	Oppilas osaa kuvata fysiikkaan/kemiaan liittyvien esimerkkien avulla luonnontieteellisen tiedon luonnetta ja kehittymistä. Oppilas osaa kuvata esimerkkien avulla tieteellisiä tapoja tuottaa tietoa.

Oppilaan ja opettajan NOS-käsityksiä on tutkittu lukuisissa tutkimuksissa, sekä erikseen että yhdessä, kirjallisin kyselyin ja haastatteluin sekä niiden erilaisin variaatioin ja yhdistelmin (Lederman, 1992, 2007). Käsityksellä tarkoitetaan tässä kokemusten ja ajattelun avulla saatua kuvaa ilmiöstä, tässä luonnontieteiden luonteesta (Ahonen, 1994). Havainnot aikaisemmista oppilaiden käsityksiä luonnontieteiden luonteesta kartoittaneista tutkimuksista voidaan tiivistää seuraavasti (Lederman, 2007):

- i. Kolmetoistavuotiaat eivät tyypillisesti osaa antaa informatiivisia ja asiallisia vastauksia kysymyksiin, jotka kartoittavat heidän käsityksiään luonnontieteiden luonteesta,
- ii. Luonnontieteiden luonnetta opitaan ymmärtämään eksplisiittisesti opettamalla paremmin kuin implisiittisesti esimerkiksi oppilastöiden yhteydessä,
- iii. Opettajan luonnontieteiden luonteen ymmärtäminen ei siirry automaattisesti osaksi opetuskäytäntöjä,
- iv. Luonnontieteiden luonteen oppimista ei tyypillisesti pidetä yhtä arvokkaana tavoitteena kuin luonnonlakien ja luonnontieteellisten teorioiden oppimista.

Kohdan (ii) mukaan implisiittinen luonnontieteiden luonteen opetus, jossa luonnontieteiden oppiminen kytkeytyy löyhästi opiskelutilanteisiin, ei johda luonnontieteiden luonteen monipuoliseen hahmottamiseen. Khishfe ja Abd-El-Khalick (2002) väittävät perustellen, että vain eksplisiittinen NOS-opetus voi johtaa luonnontieteiden luonteen oppimiseen. Väite voidaan kyseenalaistaa Suomessa, sillä luonnontieteiden luonteen opetus on mainittu vasta vuoden 2004 OPS:ssa tavoitteena ja sitä ennen se on siis ollut lähinnä implisiittistä (kokeisiin ja laboratoriotöihin integroitua). Tästä huolimatta suomalaiset oppilaat ovat saavuttaneet hyviä tuloksia PISA-tutkimusten luonnontieteiden kaikissa osioissa (Lavonen & Laaksonen, 2009). Vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa (OECD, 2016) suomalaiset nuoret saivat luonnontieteellisen sisältötiedon osaamisessa 534 pistettä ja menetelmällisen ja episteemisen tiedon osaamisessa 528 pistettä (OECD-maiden keskiarvona saatava vertailutaso oli kummassakin 493 pistettä). Suomalaiset tutkijat ovat myös esittäneet, ettei ole riittävää puhua NOS-käsitteistä yleisinä (dekontekstualisoituina) oppisisältöinä, vaan tarvitaan eri tieteenaloihin ja oppiaineisiin kontekstualisoituja NOS-sisältöjä ja tieteenfilosofista, kasvatustieteellistä, historiallista ja yhteiskunnallista keskustelua näiden opettamisesta ja oppimisesta (Tala & Vesterinen, 2015).

Tieteenfilosofisesti orientoituneessa tutkimuksessa on pyritty hahmottamaan tulkintaa siitä, mitä luonnontieteiden luonteesta olisi opittava ja opetettava. Opetussuunnitelmien konteksteissa käytettävään luonnontieteiden luonteen konsensustulkintaan on tyypillisesti sisällytetty seuraavat piirteet (Lederman, 2007):

”Luonnontieteellinen tieto on muuttuvaa, kokeellista ja subjektiivista, se sisältää inhimillistä luovuutta ja mielikuvitusta, se hyväksytään sosiaalisissa suhteissa ja sen hyväksyntä riippuu kulttuurista. Kaikkia ilmiöiden välisiä riippuvuuksia ei voida aistein havaita, ja laki ja teoria ovat eri asioita (teoria on joukko yhteen kuuluvia lakeja).”

Tulkinnassa ei kerrota suoraan mitä kokeellisella tarkoitetaan tai mitä empiirisestä metodista ja tutkimuksen tekemisestä tulisi oppia ja opettaa. Yhtenä vaihtoehtona on laatia lista tieteellisen tutkimuksen osista ja vaiheista ja katsoa millä logiikalla tieteellisessä tutkimuksessa edetään, ts. miten tutkimuksen osat liittyvät toisiinsa ja miten eri vaiheet muodostavat loogisesti etenevän kokonaisuuden. Tämä on keskeistä käsillä olevassa VASI-tutkimuksessa, jossa

nk. VASI-näkökulmat täydentävät em. tulkintaa. VASI on jatkoa aikaisemmille VNOS- ja VOSI- tutkimuksille, joissa tavoitteena on ollut oppilaan luonnontieteiden luonnetta ja tieteellistä tutkimusta koskevien käsitysten kartoittaminen (assessment) (Lederman & Lederman, 2014).

Luonnontieteissä ja tieteessä ylipäättään on problematisoitu teorian ja käytännön suhdetta samoin kuin sitä onko suositeltavampaa edetä yksityistapauksista yleistykseen (induktio) vai päinvastoin (deduktio). Tieteenalojen jakautuminen teoreettiseen ja käytännölliseen (fysiikkaan, filosofiaan) samoin kuin koulussa opetettavat monet tiedeaineet ovat seurausta hyvin pitkäaikaisista ”universaaliikiistoista”. Lederman ja Lederman (2014) väittävät, että useat tiedemaailmaa jakavat universaaliikiistat eivät ole relevantteja yläkoulun kontekstissa. Sitä vastoin kysymys siitä, onko evoluutioteoria teoria vai laki, on relevantti kysymys yläkoulussa, jossa opiskellaan yleisiä luonnontieteiden luonteeseen kuuluvia periaatteita tuottaa, arvioida ja perustella tietoa, muttei tieteessä, jossa nämä periaatteet jo hallitaan.

2. Tutkimuksen toteutus

2.1. Tutkimuskysymys

Tässä työssä raportoitu tutkimus on osa professori N. Ledermanin johtamaa kansainvälistä VASI (views about the scientific inquiry) -tutkimusta. VASI-tutkimuksessa tarkastellaan 13-vuotiaiden oppilaiden luonnontieteelliseen tutkimukseen liittyviä käsityksiä. Tutkimuksen kohteena on siten luonnontieteiden luonteeseen (NOS) liittyvä tieteellistä tutkimusta (SI) koskevien käsitysten osa. Tutkimuksen lähtökohtana on havainto, jonka mukaan opetussuunnitelman ja oppimateriaalien laatijat ja opettajat näyttäisivät yhä hiukan kevyesti oletttavan, että luonnontieteellisen tutkimuksen luonne hahmottuisi oppilaille pienimuotoisia tutkimuksia tekemällä ja kokeellisuuden ohessa ilman luonnontieteiden luonteeseen liittyvien peruskäsitteiden eksplisiittistä opetusta (Lederman, Lederman, Bartos, Bartels, Meyer & Schwartz, 2014).

VASISSA tavoitteena on hankkia tietoa siitä, mitä oppilaat osaavat luonnontieteellisen tutkimuksen luonteesta ja mitä oppilaille tulisi siitä opettaa. Luonnontieteellisen tutkimuksen luonteen ymmärtämistä mitataan oppilaiden käsityksiä kartoittavalla diagnostisella testillä. Sen sijaan, että oppilailta kysyttäisiin suoraan heidän näkemyksiään tieteellisestä tutkimuksesta, heidät pannaan testiin, jossa he joutuvat analysoimaan tutkimuksellisia tilanteita käyttäen omia tietojaan ja näkemyksiään hyväksi. Osassa tehtävistä näkemyksiä kysytään suoraan ja osassa epäsuoraan, esittämällä tieteellistä tutkimusta koskevia väittämiä ja pyytämällä perustellen kertomaan onko asia niin vai näin. Testivastauksia luokitellaan kolmeen kategoriaan sen mukaan ovatko oppilaan antamat vastaukset yhteensopivia/ jossain määrin/ ei lainkaan yhteensopivia niiden tieteellistä tutkimusta koskevien väittämien kanssa, jotka muodostavat testin taustalla olevan mallitiedon (laajan tutkijajoukon muodostama konsensus tieteellistä tutkimusta koskevistä väittämistä).

Tavoitteena on selvittää, millainen käsitys, ts. opiskelun, kokemusten ja ajattelun avulla muodostunut kuva, peruskoulun seitsemäsluokkalaisille on hahmottunut luonnontieteellisestä tutkimuksesta siinä vaiheessa, kun fysiikkaa ja kemiaa on opiskeltu puoli vuotta aineenopettajan johdolla. Oppinäytetyön tutkimuskysymykseksi muotoiltiin: Kuinka hyvin

kolmetoistavuotiaat tytöt ja pojat analysoivat esitettyjä luonnontieteellisen tutkimuksen tilanteita tukeutumalla omiin tietoihinsa luonnontieteiden luonteesta? VASI-tutkimuksen Suomen osuus toteutettiin lomakekyselynä. Aineiston analyysissä voitiin vertailla eri käsitysten osaamista ja tarkastella tyttöjen ja poikien osaamisen eroja.

Osaamista mittaavissa tutkimuksissa tarkastellaan usein erilaisilla periaatteilla muodostettujen ryhmien osaamisessa olevia eroja, jotta voitaisiin päätellä onko osaaminen samankaltaista erilaisissa ryhmissä. Vertailuja tehdään, jotta voidaan päätellä tavoittaako opetus samalla tavalla erilaiset ryhmät. Esimerkiksi PISA-tutkimuksessa vertaillaan osaamista ryhmien välillä, jotka on muodostettu sukupuolen, maantieteellisen sijainnin, vanhempien sosio-ekonomisen taustan, kotikielen ja oppilaiden menestymisen perusteella (Simon, 2000). Tässä tutkimuksessa on mielekästä vertailla ryhmiä, jotka on muodostettu sukupuolen mukaan, sillä oppilaiden osaamisessa ja kiinnostumisessa on havaittu olevan eroja mitattaessa osaamista tai kiinnostumista sitä varten laaditun mittarin avulla. Havaitut erot voivat aiheutua osaamisessa tai kiinnostumisessa olevista eroista. Esimerkiksi vuoden 2015 PISA-tutkimuksen mukaan suomalaiset tytöt osaavat luonnontieteitä poikia merkitsevästi paremmin (OECD, 2016).

Sukupuolella tarkoitetaan yleensä kahta eri asiaa: biologista ('sex') ja sosiaalista ('gender') sukupuolta. Sosiaalinen sukupuoli rakentuu sosiaalisissa vuorovaikutuksissa ja kulttuurin tukemana (Palmu, 2003). Luonnontieteiden tunneilla sosiaalisen sukupuolen muotoutumiseen vaikuttaa se, millä tavalla eri sukupuolta olevia henkilöitä ohjataan toimimaan tunneilla ja millä tavalla tunneilla käsiteltävissä esimerkeissä eri sukupuolta olevat henkilöt toimivat tai ajattelevat. Yleisesti ajatellaan, että toiminta ja esimerkit vaikuttavat siihen, että pojat ovat tyttöjä kiinnostuneempia luonnontieteistä, erityisesti fysiikasta, ja teknologiasta (Fairbrother, 2000). Kiinnostus vaikuttaa puolestaan siihen, millä tavalla opiskeltavia asioita opiskellaan. Koska PISAssa on havaittu tyttöjen osaavan luonnontieteitä poikia paremmin, on mielekästä tarkastella tyttöjen ja poikien osaamisen eroja myös luonnontieteellisen tutkimuksen luonteen ymmärtämistä mittaavassa VASISSa.

2.2. Kyselylomake

VASI-kysely on jatkoa aikaisemmille VNOS- ja VOSI-kyselytutkimuksille (Schwartz, Lederman & Lederman, 2008). Kysymyslomakkeen laadinnan pohjana ovat nk. VASI-näkökulmat ovat samoja, joita käytetään kahdessa yhdysvaltalaisessa opetussuunnitelmien perusteasiakirjassa (National Research Council, 2011 ja Achieve, Inc., 2013). VASI-testin tehtäväkohdat mittaavat monipuolisesti sekä teoreettisia että episteemisiä ja menetelmällisiä tutkimuksen teon taitoja. Ledermanin ym. integroiva lähestyminen luonnontieteiden luonteen ja luonnontieteellisen tutkimuksen teemaan käy ilmi ryhmän viimeaikaisista julkaisuista (Lederman, Lederman & Antink, 2013, Lederman & Lederman, 2014).

VASI-näkökulmia on yhteensä kahdeksan kappaletta, jotka on luokiteltu kirjaimiin A-H. Nämä näkökulmat näkyvät taulukossa 2. Taulukkoon 2 on myös jokaisen näkökulman kohdalle laitettu kyselylomakkeen tehtävä tai tehtäväkohta (1a-7b), jonka kautta näkökulmaa on tarkasteltu. Vastaamisaikaa taulukossa 2 esitettyihin seitsemään tehtävään oli 45 minuuttia.

Taulukko 2. VASI-näkökulmat ja niihin liittyvät kyselyn tehtäväkohdat.

A. Tutkimus alkaa tutkimuskysymyksellä

- 2) Kahdelta oppilaalta kysyttiin alkaako luonnontieteellinen tutkimus aina tutkimuskysymyksellä? Toinen oppilaista vastasi "kyllä" ja toinen "ei". Kumman kanssa sinä olet samaa mieltä ja miksi?

B. Ei ole yhtä oikeaa tutkimusmenetelmää

- 1) Linnuista innostunut henkilö tarkkaili satoja erilaisia lintuja, jotka söivät erilaista ruokaa. Hän havaitsi, että samantapaista ruokaa syöville linnuilla oli samantapainen nokka. Esimerkiksi linnuilla, jotka söivät kovia siemeniä, oli lyhyt ja voimakas nokka; ja linnuilla, jotka söivät hyönteisiä, oli ohut ja pitkä nokka. Hän rupesi ihmettelemään voisiko nokan muodolla ja ruualla, jota lintu syö, olla yhteys. Hän alkoi kerätä aineistoa (havaintoja), jotta voisi vastata kysymykseen. Hän päätteli kerätyn aineiston avulla, että linnun nokan muodon ja ruuan välillä on yhteys.

a. Pidätkö henkilön tekemää tutkimusta tieteellisenä? Ole hyvä ja perustele vastauksesi.

b. Onko henkilön tekemä tutkimus mielestäsi luonnontieteellinen koe? Ole hyvä ja perustele vastauksesi.

c. Voidaanko luonnontieteellisessä tutkimuksessa mielestäsi käyttää useampaa kuin yhtä menetelmää?

Jos vastasit c-kohtaan ei, kerro miksi luonnontieteellisen tutkimuksen tekemisessä on vain yksi menetelmä? Jos vastasit c-kohtaan kyllä, kuvaile kahta tutkimusta, joissa käytetään eri menetelmiä. Kerro, millä tavalla menetelmät poikkeavat toisistaan ja millä perusteella niitä voidaan pitää silti tieteellisinä.

C. Kysymys ohjaa menetelmän valintaa

- 5) Kaksi tutkijaryhmää käveli tutkimuslaboratorioihinsa. Tutkijat näkivät tien reunassa auton, jonka rengas oli tyhjä. Ryhmät ihmettelivät "menevätkö tietyn tyyppiset renkaat helpommin rikki?"

Ryhmä A meni laboratorioon ja alkoi tutkia erilaisten renkaiden käyttäytymistä samanlaisella tienpinnalla.

Ryhmä B meni laboratorioon ja alkoi tutkia samanlaisten renkaiden käyttäytymistä kolmella erilaisella tienpinnalla. Selitä miksi toisen ryhmän tutkimusmenetelmä on parempi kuin toisen.

D. Sama menetelmä ei takaa samaa tulosta

- 3) a. Jos useampi tutkija esittää saman tutkimuskysymyksen ja käyttää samaa menetelmää aineiston kokoamisessa, päätyvätkö he samoihin johtopäätöksiin? Kerro miksi tai miksi ei.

E. Menetelmän valinta voi vaikuttaa tuloksiin

- 3) b. Jos useampi tutkija esittää saman tutkimuskysymyksen ja käyttää eri menetelmää aineiston kokoamisessa, päätyvätkö he samoihin johtopäätöksiin? Kerro miksi tai miksi ei.

F. Johtopäätökset ovat linjassa aineiston kanssa

6) Taulukossa on esitetty kasvin viikoittaisen pituuskasvun yhteys kasvin saamaan valoon.

Valoisan ajan pituus minuutteina kunakin päivänä	Kasvin pituuskasvu (cm viikossa)
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

Aineistoon tukeutuen kerro mikä seuraavista johtopäätöksistä on mielestäsi oikea ja miksi.

Rengasta yksi vaihtoehto:

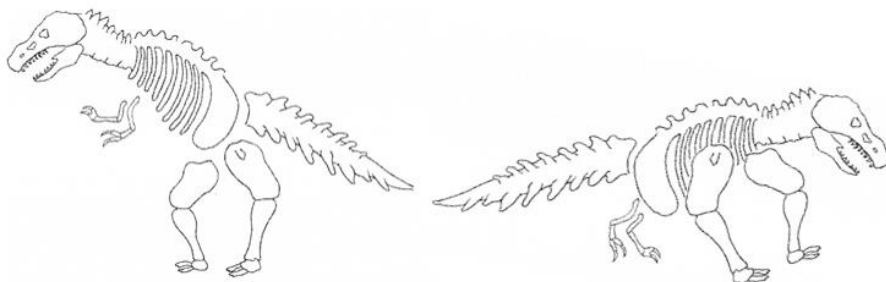
- Kasvit kasvavat sitä pidemmiksi, mitä pidempi on valoisa aika.
- Kasvit kasvavat sitä pidemmiksi, mitä lyhyempi on valoisa aika.
- Kasvien pituuskasvun ja valoisan ajan pituuden välisestä yhteydestä ei voida päätellä mitään.

G. Johtopäätökset vs. aineisto

4) Ole hyvä ja selitä ovatko “aineisto” ja “tulokset” sama asia vai eri asia.

H. Johtopäätöksissä yhdistyvät aineisto ja tieto asioista

7) Ryhmä tutkijoita on löytänyt dinosaurussosiilin luita. Tutkijat esittivät kaksi mahdollista rakennetta dinosauruksen luurangolle.



Kuva 1. Dinosaurussosiilin mahdolliset rakenteet: vasemmalla on kuva 1a ja oikealla kuva 1b.

- Esitä vähintään kaksi syytä sille, miksi useimmat tutkijat kannattavat kuvassa 1a esitettyä luurangon rakennetta.
- Tarkastele vastaustasi yllä. Mitä informaatiota tutkijat käyttivät selittääkseen johtopäätöksensä?

2.3. Kyselyn käännökset ja takaisinkäännökset

Englanninkielinen kysely käännettiin suomeksi siten, että käännöksessä otettiin huomioon kielten väliset ominaispiirteet ja erot. Käännöksen validius varmistettiin siten, että suomenkieliset kysymykset käännettiin takaisin englanniksi ja takaisinkäännökset lähetettiin Yhdysvaltoihin arvioitaviksi. Joistakin takaisinkäännöksistä keskusteltiin ja etsittiin yhdessä sellaisia luontevia ilmaisuja, että ilmaisujen merkitykset säilyivät samoina. Seuraavat kaksi esimerkkiä havainnollistavat käännösprosessin läpikäyneitä ja hyväksytyjä takaisinkäännöksiä:

- 1) Alkuperäinen: He began to collect data to answer the question...
Takaisinkäännös: He started observations in order to answer the question...
- 2) Alkuperäinen: Given this data, explain which one of the following conclusions you agree and why.
Takaisinkäännös: Rely on this data and explain which of the items you agree and why.

Kääntämisen kannalta käsitteet "tulokset" ja "johtopäätökset" ovat lähellä toisiaan, ja valinta näiden välillä tehtiin suomenkielisten kysymysten ymmärrettävyyden ja selkeyden perusteella. Asiayhteydestä riippuen "data" käännettiin "aineistoksi" tai "havainnoiksi".

2.4. VASI-arviointi, arviointikriteerit

Taulukko 3. VASI-kyselyn arviontiasteikko on neliportainen järjestysasteikko.

Vastausluokka	Koodi
C-vastaus on sellainen, joka on yhteensopiva asianomaisen VASI-näkökulman kanssa	3
M-vastaus sisältää sekä C-vastauksen että N-vastauksen piirteitä	2
N-vastaus on sellainen, joka ei ole yhteensopiva asianomaisen VASI-näkökulman kanssa	1
U-vastaus on epäselvä tai puuttuu kokonaan	0

Neliportainen asteikko koodattiin siis numeroiksi 0-3, jolloin vastausdataa voitiin analysoida, laskea mediaanit ja piirtää tulosten jakaumat.

Kyselyn alkutekstissä oppilasta kannustettiin vastaamaan rohkeasti kertomalla, että tehtäviin ei ole olemassa yhtä oikeaa vastausta. Vastausten arvioinnissa sovelletaan kuitenkin taulukon 2 mukaisesti VASI-näkökulmia, joiden kanssa oppilaan antaman asiallisen vastauksen tulee olla yhteensopiva, esim. tehtävässä 1 luonnontieteellisessä tutkimuksessa voidaan käyttää useampaa kuin yhtä menetelmää, tehtävässä 2 luonnontieteellinen tutkimus alkaa tutkimuskysymyksellä, tehtävässä 3a sama menetelmä ei takaa samaa johtopäätöstä, tehtävässä 3b eri menetelmät voivat johtaa erilaisiin johtopäätöksiin ja tehtävässä 4 aineisto on eri asia kuin tulokset. Tehtävään 7a annettavan vastauksen tulee sisältää kaksi syytä sille, miksi useimmat tutkijat kannattavat kuvassa 1a esitettyä dinosaurussfossiilin luurangon rakennetta (oikea rakenne, kuvassa 1b fossiilin etu- ja takaraajojen luut olivat vaihtaneet paikkaa), ja tehtävän 7b vastauksen, että johtopäätös edellyttää havaintoa ja havainnon alaan kuuluvaa tietoa asioista.

Seuraavan kolmen kappaleen avulla valotetaan vastausten arviointiprosessia ja annetaan esimerkkejä oppilasvastauksista tehtäviin 1a-1c.

Tehtävässä 1b kysytään ”Onko (tehtävän johdannossa kuvatun) henkilön tekemä tutkimus mielestäsi luonnontieteellinen koe?” Charles Darwinin tutkimaan Galapagossaarten peippojen evoluutiota 500 km:n etäisyydellä mantereesta voidaan pitää luonnon järjestämänä kokeena. Koeasetelman suunnittelua ja empiirisen aineiston hankkimista voidaan pitää luonnontieteellisen tutkimuksen riittävänä muttei välttämättömänä edellytyksenä. Varsinaisten kokeiden järjestämisen ja suunnittelun ohella luonnontieteellisen tutkimuksen teossa voi olla käytössä muitakin menetelmiä kuten havainnointia, tarkkailua ja seurantaa. Oppilasvastaukset olivat enimmäkseen n-vastauksia, esim. ”Tutkimus oli luonnontieteellinen koe, koska siinä tutkittiin lintuja.” Esimerkki m-vastauksesta: ”On, koska linnut ovat luonnostaan syntyneet näin ja tämä henkilö on havainnut lintujen ruoan ja nokan muodon yhteyden luonnossa.” Esimerkki c-vastauksesta: ”Ei, kokeiden tekemisen sijaan hän käytti muita menetelmiä asian tutkimiseen.”

Tehtävä 1a testaa saman VASI-näkökulman (monet menetelmät) osaamista suuremmin ja siinä pyydetään perustellen vastaamaan kysymykseen ”Pidätkö henkilön tekemää tutkimusta tieteellisenä?” Oppilasvastaukset olivat enimmäkseen n-vastauksia, esim. ”Kyllä, koska siinä tutkittiin lintuja.” Esimerkki m-vastauksesta: ”Kyllä, koska hän on käyttänyt näköhavaintojaan apunaan.” (Mainitaan yksi menetelmä.) Esimerkki c-vastauksesta: ”Kyllä, koska hän on käyttänyt erilaisia menetelmiä asian tutkimiseen.”

Tehtävä 1c testaa saman VASI-näkökulman (monet menetelmät) osaamista suorimmin: ”Voidaanko luonnontieteellisessä tutkimuksessa mielestäsi käyttää useampaa kuin yhtä menetelmää?”. Kieltävää vastausta pyydetään perustelemaan ja myöntävän vastauksen tapauksessa pyydetään kuvaamaan kaksi eri menetelmää. Tässä linjattiin niin, että kieltävä vastaus tai myöntävä vastaus ilman perusteluja on n-vastaus. Esimerkki m-vastauksesta: ”Voidaan käyttää useampaa kuin yhtä. Voidaan ottaa kokeita ja sitten voidaan tutkia.” Esimerkki c-vastauksesta: ”Voidaan. Voidaan tutkia lintujen elintapoja ja ominaisuuksia tietyssä elinympäristössä ja sitten voidaan muuttaa niiden elinympäristöä ja tutkia miten ne pärjäävät.” Toinen esimerkki c-vastauksesta: ”Kyllä. Jos esim. tutkin erilaisten aineiden reagoitua toistensa kanssa ja niiden reaktionopeuteen vaikuttavia tekijöitä, käytän erilaista menetelmää kuin tutkiessani eri muotoisten kappaleiden putoamiskiintoa, vaikka kummassakin mitataan aikaa.” (Nämä kaksi hyväksyttiin c-vastauksiksi, vaikkei näissäkään aivan tyhjentävästi kuvata käytettävien menetelmien eroa.)

2.5. Arvioinnin luotettavuus

Oppilaiden vastausten arviointia harjoiteltiin professori N. Ledermanin ryhmän kanssa (SKYPE-kokous). Vastausten koodaaminen pyrittiin muutenkin saamaan mahdollisimman objektiiviseksi käyttämällä kahta arvioijaa. Kahden arvioijan tulosten yhdenmukaisuuden ja samalla tulosten luotettavuuden arvioimiseksi laskettiin kahden arvioijan yksimielisyyskerroin, nk. Cohenin kappa (Cohen, 1960). Kerrointen laskennassa käytettiin neljänkymmenen satunnaisesti valitun oppilasvastauksen otosta. Taulukossa 4 esitetään kullekin VASI-näkökulmalle kyselyn tehtäväkohtien pisteytysten avulla laskettu keskimääräinen yksimielisyyskerroin K .

$$K = \frac{p_O - p_C}{1 - p_C} \quad (1)$$

Jossa p_O = havaittu yksimielisyys ja p_C = todennäköisyys sille, että arvioijat päätyvät samaan arvioon sattumalta.

2.6. Otoskoko

Tutkimuksen aineisto kerättiin keskikokoisessa eteläsuomalaisessa peruskoulussa, jossa VASI-kyselyyn vastasi 149 seitsemäsluokkalaista. Projektin koordinaatioryhmän suositus otoskooksi oli vähintään 100 oppilasta. Etelä-Afrikassa lukiolaisilla tehdyn VASI-tutkimuksen otoskoko oli 105 (Gagher, Lederman & Lederman, 2014).

Vuoden 2012 PISA-tuloksista nähtiin, että erityisesti matematiikan osaamisessa alueelliset ja koulukohtaiset erot ovat Suomessa vähäiset (Kupari ym. 2013). Tämän tuloksen johdosta voidaan varoen arvioida, että yhden isohkon koulun oppilaista muodostettu aineisto voi edustaa kohtuullisen hyvin suomalaisten seitsemäsluokkalaisten keskimääräistä osaamista.

3. Tulokset

VASI-tulokset esitetään koko aineistolle, luokittain (taulukko 5) ja kysymyskohtaisesti (taulukko 6) eriteltyinä ilmoittamalla mediaanit, tytöille ja pojille erikseen. Useimmilla luokilla tyttöjen tulos oli tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin poikien, samoin kysymyskohtaisesti jokainen kysymys meni tytöillä paremmin kuin pojilla. Epäselviä ja puuttuvia vastauksia oli tyypillisesti muutamia. Edellä mainittu kahden arvioijan yksimielisyys oli kaikkien tehtävien kohdalla korkealla tasolla.

Taulukko 4. Yksimielisyyskerroin K kahdelle arvioijalle, kun N = 40.

VASI-näkökulma	K
A. Tutkimus alkaa tutkimuskysymyksellä	0,86
B. Ei ole yhtä oikeaa tutkimusmenetelmää	0,93
C. Kysymys ohjaa menetelmän valintaa	0,96
D. Sama menetelmä ei takaa samaa tulosta	0,91
E. Menetelmän valinta voi vaikuttaa tuloksiin	0,91
F. Johtopäätökset ovat linjassa aineiston kanssa	0,98
G. Johtopäätökset vs. aineisto	0,89
H. Johtopäätöksissä yhdistyvät aineisto ja tieto asioista	0,94

Voidaan ajatella, että mediaani 1 merkitsee naiivia osaamista ja mediaani 2 asiallisen osaamisen tyyppistä osaamista. Kokonaistuloksissa (taulukko 5) mediaani 2 esiintyy tytöillä viidellä luokalla ja pojilla yhdellä luokalla kahdeksasta. Mediaania 3 ei esiinny lainkaan taulukossa 5. Tämän tuloksen perusteella voidaan sanoa, että VASI-käsitteitä ei hallita seitsemännellä luokalla vielä kovin hyvin.

Taulukko 5. VASI-kokonaistulos luokittain, tytöt ja pojat erikseen

Luokka	Md _{tytöt}	n	Md _{pojat}	n
7a	2,00	6	2,00	9
7b	1,00	10	1,00	9
7c	1,00	12	1,00	8
7d	1,00	8	1,00	8
7e	2,00	8	1,00	14
7f	2,00	8	1,00	10
7g	2,00	10	1,00	14
7h	2,00	6	1,00	9
kaikki luokat	2,00	68	1,00	81

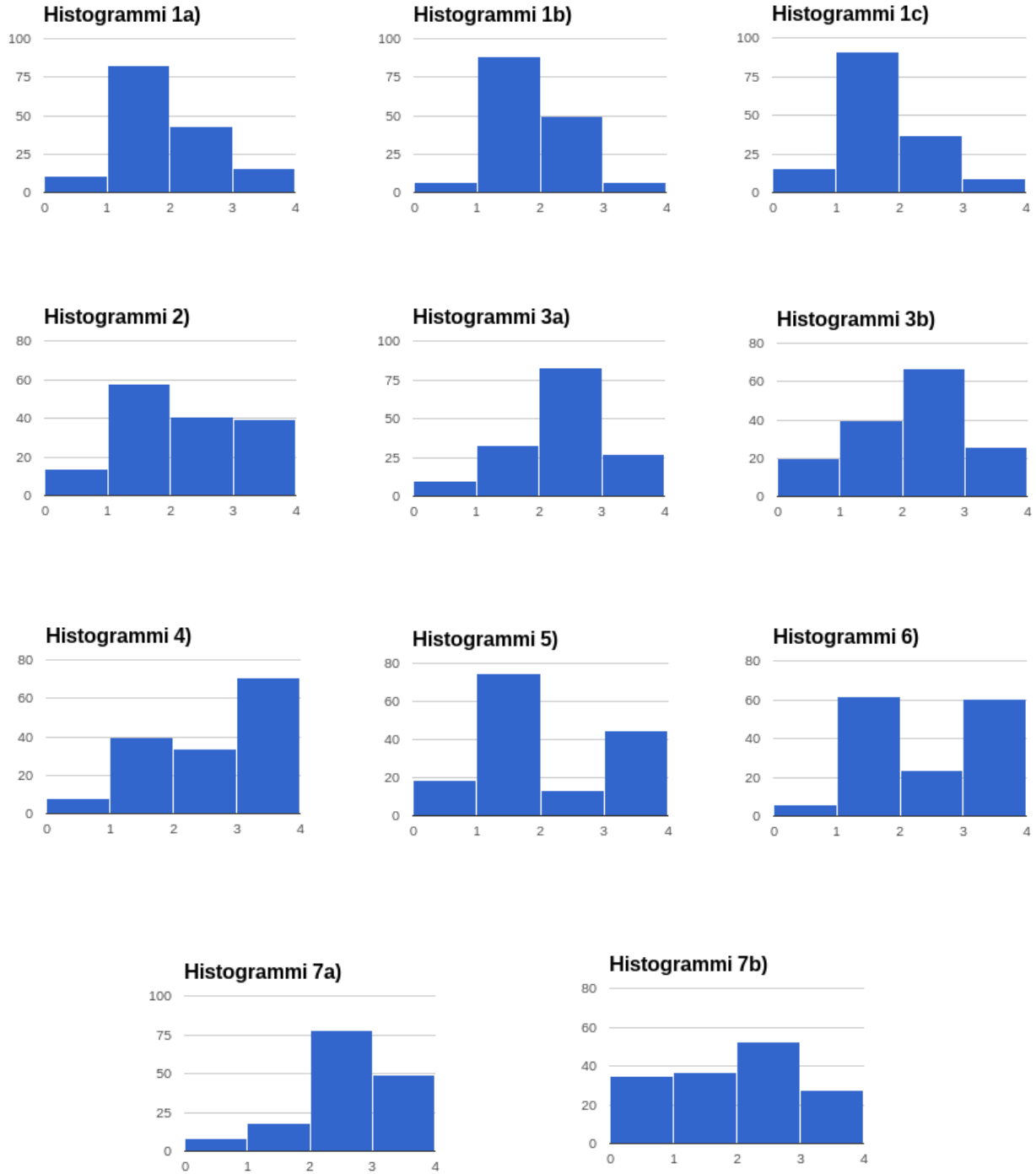
Tyttöjen ja poikien osaamisessa olevan eron tilastollista merkitsevyyttä testattiin Mann-Whitneyn U-testillä eli Wilcoxonin järjestyssummatestillä, joka on parametrisen t-testin epäparametrinen vastine (p- ja W-arvot on laskettu vapaasti ladattavalla R-ohjelmalla; merkitsevyys p lasketaan järjestyssummasta W). Tyttöjen osaaminen oli koko aineistossa ja osassa tehtävistä (tehtävät 4 ja 7a) tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) poikien osaamista parempaa. Osassa kysymyksistä tyttöjen osaaminen oli melkein merkitsevästi ($p < 0,05$) poikien osaamista parempaa, kun taas osassa kysymyksistä poikien ja tyttöjen osaamisessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Yleiskuva tehtäväkohtaisesta osaamisesta saadaan, kun tarkastellaan tyttöjen ja poikien tehtäväkohtaisia mediaaneja taulukossa 6. Tytöt ja pojat onnistuivat parhaiten tehtävissä 3, 4 ja 7a. Heikoimmin osattiin vastata tehtävissä 1 ja 5. Vähintään mediaaniin 2 tytöt ylsivät seitsemässä, pojat neljässä tehtävässä (yhdestätoista).

Taulukko 6. VASI-pisteiden mediaanit tehtäväkohtaisesti

VASI-tehtävä	VASI-näkökulma	Md _{tytöt}	Md _{pojat}	W	p
1a	B	1,00	1,00	2525	0,4
1b	B	1,00	1,00	2485	0,3
1c	B	1,00	1,00	2484	0,3
2	A	2,00	1,00	2245	0,06
3a	D	2,00	2,00	2318	0,09
3b	E	2,00	2,00	2272	0,07
4	G	3,00	2,00	2022	0,004
5	C	1,00	1,00	2458	0,3
6	F	2,00	1,00	2165	0,02
7a	H	2,00	2,00	2009	0,003
7b	H	2,00	1,00	2174	0,03

Mediaanien tarkastelu ei anna riittävän yksityiskohtaista kuvaa VASI-näkökulmien hallinnasta. Tehtäväkohtaisten pisteiden jakaumien tarkastelu antaa yksityiskohtaisempaa tietoa oppilaiden osaamisessa olevista eroista (kuva 2). Osaamiseen liittyvän tiedon kartoituksessa on mahdollista, jopa todennäköistä, että jakaumasta tulee kaksihuippuinen, jos näkemykset jakautuvat voimakkaasti tietyn c-vastauksen ja tietyn n-vastauksen välillä.



Kuva 2. VASI-kyselyn tehtäväkohtien pisteiden jakaumat histogrammeina

4. Pohdinta

Kysymykseen yksittäisten tehtävien hallinnasta saadaan vastaus yhdistämällä taulukon 6 ja kuvan 2 informaatiot. Huonosti osattujen tehtävien 1a-1c histogrammit ovat hyvin samanlaiset: vasemmalle vinojen jakaumien painopiste on ykkösen kohdalla. Sitä vastoin niin ikään huonosti osatun tehtävän 5 histogrammi on täysin erilainen (kaksihuippuinen): hyvin monet oppilaat olivat sitä mieltä, että on parempi tutkia yhdenlaisten renkaiden käyttäytymistä kolmella erilaisella tienpinnalla, vaikka tutkimuskysymys oli menevätkö tietyn tyyppiset renkaat helpommin rikki? A-ryhmän (virheellistä) tutkimusasetelmaa, jonka tavoitteena oli tutkia samanlaisten renkaiden käyttäytymistä kolmella erilaisella tienpinnalla, pidettiin mm. “laajempänä” ja “monipuolisempänä” kuin B-ryhmän, jolla pyrittiin saamaan vastaus suoraan esitettyyn tutkimuskysymykseen (ja vain siihen) eli erilaisten renkaiden käyttäytymiseen samanlaisella tienpinnalla.

Hiukan tehtävää 5 paremmin osatun tehtävän 6 histogrammi on myös kaksihuippuinen: kasvin saaman valon ja pituuskasvun yhteys kävi ilmi tehtävämonisteen taulukosta. Tästä huolimatta monet oppilaista valitsivat monivalintatehtävän kohdista virheellisen vaihtoehdon joko niin, että valitsivat tavanomaisen kokemusperäisen vaihtoehdon (kasvit tarvitsevat valoa), tai niin, että taulukon yksi muista poikkeava arvo esti päättelyn kokonaan. Siinä tapauksessa, että oppilasvastaukset polarisoituvat kahteen ääripäähän (c- ja n-luokat) kuten tehtävissä 5 ja 6, pelkkä mediaani ei kerro juuri mitään vaan tarvitaan arvosanojen jakauman kuvaus.

Tehtävien 5 ja 6 arvosanojen jakaumia verrattiin Etelä-Afrikassa lukiolaisilla tehdyn VASI-tutkimuksen tuloksiin (Gaigher, Lederman & Lederman, 2014). Etelä-afrikkalaisessa aineistossa tehtävät 5 ja 6 erottuivat selkeästi parhaiten menneinä tehtävinä: näissä kahdessa tehtävässä c-vastausten osuus oli n. 60%. Muissa tehtävissä keskimääräinen vastaus oli m-vastaus, joka vastaa mediaania 2 suomalaisessa aineistossa. Etelä-afrikkalaisessa aineistossa vain tehtävässä 5 jakaumassa oli kaksi huippua (n. 25% oli n-vastauksia). Suomalaisessa aineistossa tehtävissä 5 ja 6 havaittu jakaumien muoto voikin muuttua siirryttäessä yläkoulusta lukioon. Tällä havainnolla on ennustearvoa ja tätä voidaan testata myöhemmin, jos VASI-testi tehdään 9-luokkalaisilla tai lukiolaisilla. Tehtävien 5 ja 6 tapaisilla monivalintatehtävillä voidaankin ehkä mitata käsitteellistä oppimista tehokkaasti. Osaamisero suomalaisten yläkoululaisten ja etelä-afrikkalaisten lukiolaisten välillä oli suurimmillaan juuri tehtävissä 5 ja 6.

Verraten hyvin osatut tehtävät 3a ja 3b liittyvät keskenään läheisiin VASI-näkökulmiin (tutkimuskysymys ja -menetelmä vs. tulokset) ja testaavat näiden hallintaa melko suoraan, eikä ole yllätys, että tehtävien pisteiden oikealle vinot jakaumat ovat samanlaiset. Niiden mediaanit ovat kakkosen kohdalla. Tehtävät 4 ja 7a osattiin parhaiten: niiden pisteiden jakaumat olivat selkeästi oikealle vinot, mediaanit 2-3, näissä myös tyttöjen ja poikien osaamisen eron tilastollinen merkitsevyys oli suurimmillaan. Näissä kahdessa tehtävässä oppilaita rohkaistiin kertomaan omin sanoin ja käyttämään omaa luovuuttaan ja päättelykykyään. Tehtävään 4 liittyvä VASI-näkökulma (aineisto on eri asia kuin tulokset) osattiin ilman eksplisiittistä opetusta todennäköisesti siksi, että suomalaisilla oppilailla on keskimäärin hyvät valmiudet loogiseen päättelyyn ja riittävät kielelliset valmiudet arvioida käsitteiden välisiä eroja/yhtäläisyyksiä.

Tehtävän 2 pisteiden jakauma on vasemmalle vino. Väite luonnontieteellinen tutkimus alkaa aina tutkimuskysymyksellä osoittautui haastavaksi analysoida. Tässä olisi pitänyt ymmärtää, että tutkimustulosten saavuttaminen ilman tutkimuskysymystä on luonnontieteellisen tutkimuksen luonteen vastaista. On todennäköistä, että sana aina teki tästä tehtävästä erityisen vaikean.

Kysymystä siitä mitä osattiin ja miksi voidaan pohtia tietoteoreettisesti 2015 PISA-tutkimuksen luonnontieteiden osion tapaan: VASISSA nuoret osasivat analysoida ja selittää aineiston ja tulosten välisiä käsitteellisiä eroja (tehtävä 4), mutteivät osanneet valita kahdesta vaihtoehdoisesta menetelmästä oikeaa erilaisten autonrenkaiden tutkimiseksi (tehtävä 5). Tämän perusteella voitaisiin sanoa, että teoreettisempi käsite- ja sisältötieto oli paremmin hallussa kuin soveltavampi episteeminen ja menetelmätieto. Tyhjentävämpi tietoteoreettinen analyysi edellyttäisi laajempaa kysymysvalikoimaa. 2015 PISAN luonnontieteissä suomalaisnuoret osasivat selittää luonnontieteellisiä ilmiöitä hiukan paremmin kuin suunnitella ja arvioida tutkimuksia tai tulkita aineistoja ja tuloksia (Vettenranta ym., 2016).

Tyttöjen osaaminen oli koko aineistossa ja osassa tehtävistä tilastollisesti merkitsevästi poikien osaamista parempaa. Tämä tulos on yhteensopiva vuoden 2012 PISA-tulosten kanssa (Kupari ym., 2013). PISASSA suomalaisilla tytöillä pistemäärät lukutaidossa ja luonnontieteissä olivat keskimäärin 10 % korkeammat kuin pojilla, kun taas matematiikassa pisteet olivat lähes tasoissa. VASISSA mitattavan osaamisen voidaan ajatella jakautuvan sekä luonnontieteen että lukutaidon osaamisiin. Tulos on yhteensopiva myös vuoden 2015 PISA-tulosten kanssa (OECD, 2016).

5. Johtopäätökset

Johdannossa esitettiin neljä havaintoa aikaisemmista oppilaiden NOS-käsityksiä kartoittaneista tutkimuksista (Lederman, 2007). Kun käsillä olevia VASI-testin kokonaistuloksia (sekä tyttöjen että poikien osaaminen) tarkastellaan suhteessa näihin havaintoihin, ensimmäisen havainnon, ts. sen että kolmetoistavuotiaat eivät anna informoituja vastauksia, voidaan katsoa vahvistuneen. Muita kolmea havaintoa tämän diagnostisen VASI-testin tuloksista ei voida suoraan vahvistaa, koska NOS-opetusta ei annettu.

Tämän tuloksen perusteella luonnontieteiden luonnetta hahmottavalle eksplisiittiselle opetukselle olisi Khishfen ja Abd-El-Khalickin (2002) ehdottamalla tavalla tarve. Suurimmassa osassa kysymyksistä pisteiden jakaumat kertovat, että oppilaille ei ole asiallisia näkökulmia/käsityksiä vaan oppilaat vastaavat intuitiivisesti luonnontieteen luonteen osaamista kartoittaviin kysymyksiin. Se, että valtaosa oppilaista kuitenkin vastasi vaikeimpiinkin tehtäviin eikä jättänyt vastaamatta, voidaan hyväksyä signaalina kannustavasta ja lapsen positiivista minäkuvaa vahvistavasta opetuksesta.

Tutkimuksen tulokset ovat sangen ymmärrettäviä, kun niitä verrataan tutkimuksiin, joissa on selvitetty luonnontieteiden opetuksessa käytettäviä työtapoja. Esimerkiksi Lavonen ja Laaksonen (2009) vertailivat PISA-oppilaskyselyn perusteella oppilaiden kokemien työtapojen käytön määrää Suomessa muiden OECD-maiden oppilaiden kokemiin vastaaviin määriin. Suomalaiset oppilaat kokevat, että he tekevät perinteisiä ohjeen mukaan suoritettavia oppilastöitä enemmän kuin muiden OECD-maiden oppilaat. Sitä vastoin suomalaiset oppilaat asettavat tutkimuskysymyksiä, suunnittelevat tutkimuksia tai testaavat omia ideoitaan muiden OECD-maiden oppilaita huomattavasti vähemmän. Aineiston perusteella johtopäätöksiä tehdään Suomessa kuitenkin hivenen enemmän kuin muissa OECD-maissa. Samantapaisia havaintoja voidaan tehdä kansallisen ”Luonnontieteiden osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011: Koulutuksen seurantaraportit 2012:2” perusteella (Kärnä, Hakonen, Kuusela, 2012).

Perusopetuksen luokilla 7 – 9 tulisikin osa perinteisistä oppilastöistä muokata sellaiseen muotoon, jossa oppilaita ohjataan asettamaan tutkimuskysymyksiä ja suunnittelemaan luonnontieteellisiä tutkimuksia. Tällaiset tilanteet ja niihin liittyvä keskustelu voisivat auttaa oppilasta hahmottamaan kokeellisen työskentelyn roolia osana luonnontieteellistä tutkimustyötä. Suunnittelussa on tärkeää tunnistaa, minkä muuttujien välistä yhteyttä halutaan selvittää ja mitä muuttujia vakioidaan ja mitä varioidaan. Tällaisen työskentelyn yhteydessä tulee nostaa esille keskustelussa tutkimuskysymyksen merkitys, tutkimusmenetelmän valinnan suhde asetettuun kysymykseen. Hyödyllistä on vertailla oppilaiden asettamia kysymyksiä, valitsemissa tutkimusmenetelmissä ja saamia tuloksia. Kun opettaja ohjaa keskustelua, oppilaille avautuu tutkimuskysymyksen merkitys ja se kuinka tutkimuskysymys ohjaa menetelmän valintaa. Vertailemalla valittuja menetelmiä ja saatuja tuloksia opitaan, että ei ole yhtä oikeaa tutkimusmenetelmää ja että menetelmän valinta voi vaikuttaa tuloksiin ja toisaalta sama menetelmä ei takaa samaa tulosta. Vaikka Lavosen ja Laaksosen (2009) mukaan suomalaiset oppilaat kokevat tekevänsä muiden OECD-maiden oppilaita useammin aineistoon perustuvia johtopäätöksiä, olisi johtopäätösten laatuun kiinnitettävä huomiota. Johtopäätös edellyttää havaintoa tai mittausta ja aikaisempaa tietoa tai mallia, johon päätelmä kytketään. Myös tässä tarvitaan opettajan kyselyä ja ohjausta.

Kansainvälisessä VASI-tutkimuksessa kerätään käyttökokemuksia ja havaintoja eri maista. Tässä artikkelissa esitetään Suomen osalta saatuja tuloksia, pohdintaa ja havaintoja, joilla toivotaan olevan vaikutusta paitsi tutkimustyössä myös kyselyn hyödyntämisessä diagnostisissa ja/tai formatiivisissa tarkoituksissa suomalaisessa yläkoulussa.

Kiitokset

Kirjoittajat kiittävät lehtori Juha Lindqvistiä hänen osuudestaan oppilasvastausten arvioinnissa.

Lähteet

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. & Lederman, N. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417–437.
- Achieve, Inc. (2013). Next generation science standards. Retrieved June 25, 2013 from <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- Ahonen, S. (1994). Fenomenografinen tutkimus. Teoksessa L. Syrjälä, S. Ahonen, E. Syrjäläinen & S. Saari (toim.) *Laadullisen tutkimuksen työtapoja*. Helsinki: Kirjayhtymä Oy, 113–160.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20, 37–46.
- Fairbrother, R. 2000. Strategies for learning. in M. Monk & J. Osborne (Eds.) *Good practice in science teaching: What research has to say*. Buckingham: Open University Press.
- Gaigher, E., Lederman, N. & Lederman, J. (2014). Knowledge about inquiry: a study in South African high schools. *International Journal of Science Education*, 36, 3125–3147.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 551–578.

- Kupari, P., Välijärvi, J., Andersson, L., Arffman, I., Nissinen, K., Puhakka, E. & Vettenranta, J. (2013). PISA 2012 ensituloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2013:20. Opetus- ja kulttuuriministeriö & Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.
- Kärnä, P., Hakonen, R. & Kuusela, J. (2012) Luonnontieteiden osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011: Koulutuksen seurantaraportit 2012:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 922-944.
- Lederman, J., Lederman, N., Bartos, S., Bartels, S., Meyer, A. & Schwartz, R. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry – The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51, 65-83.
- Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lederman, N. (2007). Nature of science: Past, present, and future, in *Handbook of research on science education*, edited by S. Abell and N. Lederman, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, 2007 Mahwah, New Jersey.
- Lederman, N., Lederman, J. & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Lederman, N. & Lederman, J. (2014). Research on teaching and learning of nature of science, in *Handbook of research on science education, Volume II*, edited by N. Lederman and S. Abell, Taylor and Francis Group Ltd, 2014, Oxford, UK.
- National Research Council (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- OECD, (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world – Volume 1- Analysis*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD (2016). *PISA 2015 Results (Vol. I): Excellence and Equity in Education*, Paris, France: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Opetushallitus (1994). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 1994*. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki: Opetushallitus.
- Palmu, T. (2003). Sukupuolen rakentuminen koulun kulttuurisissa teksteissä. *Etnografia yläasteen äidinkielen oppitunneilla*. Helsingin yliopiston kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia 189. Helsinki: Yliopistopaino.
- Schwartz, R., Lederman, N., & Lederman, J. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI Questionnaire. Paper presented at the International Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Baltimore, MD.
- Simon, S. 2000. Students attitudes towards science, in M. Monk & J. Osborne (Eds.) *Good practice in science teaching: What research has to say*. Buckingham: Open University Press.
- Tala, S. & Vesterinen, V.-M. (2015). Nature of science contextualized: Studying nature of science with scientists. *Science & Education* 24, 435–457.
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M-P. (2016). PISA 2015 ensituloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41. Opetus- ja kulttuuriministeriö & Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.