

Evidenssin käyttöön johtavat tekijät opettajan puheessa fysiikan tunnilla

Pro gradu -tutkielma, 21.5.2018

Tekijä:

JARMO OLAVI PENTTILÄ

Ohjaaja:

JOUNI VIIRI, KAISA JOKIRANTA



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
FYSIKAN LAITOS

© 2018 Jarmo Olavi Penttilä

Julkaisu on tekijänoikeussäännösten alainen. Teosta voi lukea ja tulostaa henkilökohtaista käyttöä varten. Käyttö kaupallisiin tarkoituksiin on kielletty. This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use. Commercial use is prohibited.

Tiivistelmä

Penttilä, Jarmo

Evidenssin käyttöön johtavat tekijät opettajan puheessa fysiikan tunnilla

Pro gradu -tutkielma

Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto, 2018, 49 sivua

Vuoden 2014 Opetussuunnitelman perusteissa painotetaan melkoisen paljon argumentaatiota ja perustelemista. Fysiikan oppiaineessa se asettaa opettajille erityiseksi tavoitteeksi ohjata oppilaita perustelemaan erilaisia näkemyksiä fysiikalle ominaisella tavalla. Syy tälle on se, että yhteiskunnassa ja erityisesti luonnontieteissä tarvitaan jatkuvasti yhä enemmän sellaisia taitoja kuin yksilöiden kykyä olla vuorovaikutuksessa toistensa kanssa ja omien näkemyksien perustelemista muille.

Tässä tutkielmassa pyritään näyttämään, että fysiikalle ominainen tapa perustella sisältää ennen kaikkea evidenssin antamista. Lisäksi tutkittiin erästä seitsemännen luokan fysiikan oppilasryhmän ja heidän opettajansa välistä vuoropuhelua sellaisten tilanteiden aikana, jolloin opettaja pyrkii ohjaamaan oppilaita perustelemaan erilaisia fysiikkaan liittyviä väitteitä. Tarkoituksena oli tutkia, minkälaisia erityisesti opettajan puheeseen liittyviä tekijöitä liittyy onnistuneeseen evidenssin käyttöön perustelussa.

Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että ensinnäkin evidenssin tarjoaminen perusteluna on melko harvinaista. Tämä vahvistaa kansainvälisten tutkimusten tuloksia, joiden mukaan selityksen antaminen on ihmisillä paljon yleisempää kuin evidenssin antaminen. Lisäksi havaittiin, että silloin kun evidenssiä esiintyi, niin puolessa tapauksista opettaja ohjasi siihen johdattelevilla kysymyksillä. Evidenssiä esiintyi tällä tavoin ohjattuna sellaisellakin tunnilla, jolla oppilaita ohjeistettiin käyttämään ensisijaisesti selitystä väitteen perusteluna. Johdattelevien kysymysten käyttö vaikuttaa siis olevan tehokas tapa ohjata oppilaita evidenssin antamiseen. Ylipäätään oppilaita puhumaan ja kommentoimaan kannustavalla puheella näyttäisi olevan myönteistä vaikutusta tässä.

Sisältö

Tiivistelmä	3
1 Johdanto	7
2 Lähtökohdat	9
2.1 Todisteet ja selitys	9
2.2 Tämän tutkielman lähestymiskulma	13
2.3 Tutkimuskysymykset	13
3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto	15
3.1 Aineiston keruu	15
3.1.1 Oppituntien kulku	16
3.1.2 Opettajan saama ohjeistus	16
3.2 Aineiston analyysi	17
4 Tulokset	19
4.1 Opettajan puhe	19
4.2 Puheenvuorot	20
4.3 Onnistuneet ohjaustilanteet	23
4.4 Onnistuneisiin tilanteisiin johtavat tekijät	23
4.4.1 Opettajan puhe: virkkeiden alaluokat	24
4.4.2 Opettajan puhe: virkkeiden pääluokat	26
4.4.3 Taustatekijät	26
5 Yhteenveto ja johtopäätökset	29
5.1 Yhteenveto tuloksista	29
5.2 Ehdotuksia perustelun ohjaamiseen ja jatkotutkimukseen	29
A Opettajan eri virketyypit	35
B Onnistuneet vuorovaikutustilanteet	41

1 Johdanto

Luonnontieteissä näkemykset ja väitteet tulisi aina pystyä perustelemaan, jotta voisi varmistua siitä, että ymmärtää maailmaa oikein ja voisi toimia rationaalisesti siinä. Perusteleminen on tärkeää myös siksi, että voisi saada toiset vakuuttumaan asiasta, johon itse luottaa tai josta on jopa varma. Lisäksi työnantajat, päättäjät ja kouluttamisen ammattilaiset ovat yleisesti sitä mieltä, että yksilöiden kyky esittää väitteitä sekä perustella ja kritisoida niitä vuorovaikutuksessa toisten kanssa, on olennaisen tärkeää yhteiskunnallista osaamista nyt ja tulevaisuudessa [1, s. 466].

Vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet painottaa melkoisesti opettajia ohjaamaan oppilaita argumentaatiossa ja näkemyksien perustelemissa.

Ensinnäkin koko perusopetuksen tavoitteeksi kaikilla vuosiluokilla määritellään muun muassa [2, s. 20]:

- ”Oppilaita ohjataan huomaamaan, että tieto voi rakentua monella tavalla, esimerkiksi tietoisesti pääättelemällä tai intuitiivisesti, omaan kokemukseen perustuen.”
- ”Heitä rohkaistaan rakentamaan uutta tietoa ja näkemystä.”
- ”Oppilaita ohjataan käyttämään tietoa itsenäisesti ja vuorovaikutuksessa toisten kanssa ongelmanratkaisuun, argumentointiin, päättelyyn ja johtopäätösten tekemiseen sekä uuden keksimiseen. Oppilaille tulee olla mahdollisuus analysoida käsillä olevaa asiaa kriittisesti eri näkökulmista.”

Selvästikin tärkeää kaikille perusopetuksen vuosiluokille oppiaineesta riippumatta on, että oppilaille ei pelkästään opeteta tietoa vaan heitä tulisi ohjata rakentamaan sitä itse. Ja jo näin yleisellä tasolla Opetushallitus antaa roolia tiedon rakentamiseen argumentaation keinoin.

Ylemmillä luokilla tätä vielä syvennetään, sillä vuosiluokkien 7–9 osaamistavoitteiksi annetaan [2, s. 282]:

- ”Oppilaita kannustetaan luottamaan itseensä ja näkemyksiinsä, perustelemaan ajatuksiaan ja soveltamaan koulun ulkopuolella opittuja taitoja koulutyössä.”

- ”Tiedon rakentumisen erilaisia tapoja tutkitaan yhdessä ja oppilaita rohkaistaan tuomaan esille omaa kokemustietoaan ja pohtimaan sen merkitystä ajattelulleen.”
- ”Ajattelun taitoja kehitetään lisäksi luomalla monimuotoisia tilaisuuksia itsenäiseen ja yhteiseen ongelmanratkaisuun, argumentointiin, päättelyyn ja johtopäätösten tekemiseen sekä asioiden välisten vuorovaikutussuhteiden ja keskinäisten yhteyksien huomaamiseen ja siten systemiseen ajatteluun.”

Argumentointi on tässäkin eräs keinoista, jolla tietoa tulisi rakentaa. Lisäksi erikseen mainitaan oppilaiden ohjaaminen perustelemaan ajatuksiaan ja tuomaan esille kokemustietoa.

Lopuksi vielä opetussuunnitelma täsmentää fysiikan oppiaineen erääksi tavoitteeksi: ”Ohjata oppilasta käyttämään ja arvioimaan kriittisesti eri tietolähteitä sekä ilmaisemaan ja perustelemaan erilaisia näkemyksiä fysiikalle ominaisella tavalla.” [2, s. 390]

Kaiken kaikkiaan opettajia siis kehoitetaan opettamaan tiedon rakentamista argumentoinnin avulla. Ylemmillä luokilla vielä erikseen korostetaan perustelemista ja kokemustiedon käyttöä. Fysiikan oppiaineelle lisäksi täsmennettiin, että perustelun tulisi olla fysiikalle ominaista.

2 Lähtökohdat

2.1 Todisteet ja selitys

Fysiikalle ominaisia tapoja perustella on erilaisia. Kaksi tärkeää tapaa ovat todisteiden eli *evidenssin* esittäminen ja *selityksen* antaminen. Seuraavaksi tarkastelen, miten nämä tavat perustella eroavat toisistaan, sillä toisinaan sen tunnistaminen, kumpi on kyseessä, voi olla vaikeaa.

Esimerkiksi väitettä ”klassinen musiikki saa lehmät tuottamaan enemmän maitoa” voidaan perustella sekä selityksen että evidenssin avulla. Glassner ja muut [3] kuvailevat näiden välistä eroa käyttämällä juuri tätä esimerkkiä. Selitys, joka perustelee väitettä, voisi olla esimerkiksi se, että klassinen musiikki saa lehmät rentoutumaan ja rentoutuneet lehmät tuottavat enemmän maitoa. Selitys siis tarjoaa syy-seurausketjun väitteelle.

Selityksen voi siis tunnistaa siitä, että se pyrkii kuvailemaan, miten tai miksi väitteenä oleva ilmiö tapahtuu [4]. Deanna Kuhn toteaa, että minimissään selitys yksinkertaisesti vain mainitsee syy-seurausketjun ja toisaalta parhaimmillaan selittää hyvin yksityiskohtaisesti ketjun tapahtumia tavalla, joka tekee siitä uskottavan [5, s. 79]. Syy-seurausketjun osien ei kuitenkaan tarvitse itsessään välttämättä olla uskottavampia tai helpommin hyväksyttävämpiä kuin alkuperäisen väitteen, jotta perustelu olisi selitys.

Tania Lombrozo laajentaa selityksen määrittelyä vielä tästä. Hänen mukaansa selitys voi kausaalisen mekanismin lisäksi olla pelkästään kausaliteetin syiden tunnistamista [6]. Toisin sanoen vain sen toteaminen, että klassinen musiikki saa lehmät rauhoittumaan, käy selitykseksi. Williams ja Lombrozo vielä yleistävät selityksen olennaisimman tunnuspiirteen olevan sen kuvailua, miten perusteltavana oleva väite seuraa jostain yleisemmästä ilmiöstä [7]. Eli suunta selityksestä väitteeseen olisi aina yleisemmästä yksityiseen. Tämä näkemys siis hieman eroaa Kuhnin näkemyksestä, jonka mukaan selitys taas voi olla vaikka esimerkkitapauksen kuvailua ilman, että vedotaan yleisempään ilmiöön [5, s. 79]. Tässä tutkielmassa olen tehnyt seuraavan ratkaisun: Jos kyse on sen kuvailusta, miten jokin esimerkkitapaus on hypoteettisesti

saattanut tapahtua, on kyse selityksestä. Jos taas kuvaillaan esimerkkitapauksen havaittuja piirteitä, on kyse evidenssistä.

Evidenssi on siis luonteeltaan erilaista kuin selitys. Äskeisessä esimerkissä evidenssinä voisi olla havainto, jonka mukaan lehmien kuunneltua klassista musiikkia tonkissa oli enemmän maitoa. Evidenssi on siis pohjimmiltaan faktoja tai dataa, ja se voi sisältää kvalitatiivisia tai kvantitatiivisia mittauksia [4]. Evidenssin ei kuitenkaan tarvitse olla faktaa absoluuttisessa mielessä vaan omassa kontekstissaan eli sen esittäjä on varma sen todenmukaisuudesta [8].

Evidenssi ei tietenkään koostu mistä tahansa tosiasioista vaan sellaisista, jotka liittyvät väitteeseen: se vahvistaa väitteen tai kasvattaa väitteen paikkansapitävyyden todennäköisyyttä [8]. Evidenssi voi perustella joko suoraan itse väitettä tai väitettä perustelevaa selitystä. Käytän vielä yhtä lisäkriteeriä evidenssille: Kuhnin mukaan se on erotettavissa selityksestä [5, s. 45]. Toisin sanoen selitys ei ole evidenssin erityistapaus.

Kuhn jäsentää lisäksi erilaisia evidenssin alatyyppejä, jotka auttavat tunnistamaan niitä. Suoralle evidenssille on ominaista suoranaisesti väitteenä olevasta ilmiöstä tehdyt tai siihen välittömästi kytkeytyvät havainnot. Lisäksi kaksi erikseen mainittavaa evidenssityyppiä ovat analogia sekä vaihtoehtojen poissulkeminen, jotka molemmat ovat Kuhnin luokittelussa epäsuoraa evidenssiä. Mainitsen nämä siksi, että heti ei välttämättä ole selvää, että kyse on evidenssistä. Analogiassa esitetään, että jokin toinen ilmiö on vastaavanlainen kuin perusteltavana oleva väite ja väite näin ollen pätee. Vaihtoehtojen poissulkeminen taas on nimensä mukaisesti sitä, että kilpailevat näkemykset esitetään vääriksi, mikä vuorostaan tukee itse perusteltavana olevaa väitettä.

Voidaan siis yleistäen sanoa, että evidenssissä on kyse siitä, että on havaittu jokin väitteeseen liittyvä yksittäistapaus tai -tapauksia, mikä oikeuttaa uskomaan itse väitteen, ja selityksessä taas johdetaan yleisäännöstä yksittäisen väitteen paikkansapitävyys. Päätelyn voidaan näin sanoa olevan luonteeltaan joko induktiivista, jos on kyse evidenssistä, tai deduktiivista, jos on kyse selityksestä.

On kiinnostavaa, miten eri lähteet käsittelevät evidenssin ja selityksen välisen eroavuuden. Yhteistä on se, että väitteeseen johtavan koko kausaalimekaanisen tapahtumaketjun esittäminen käsitetään poikkeuksetta selityksenä ja yleensä evidenssiksi katsotaan ainakin yksittäiset empiiriset havainnot. Ristiriitoja syntyy kuitenkin näiden väliin jäävissä tapauksissa. Erityisen haastavaa on määritellä luonnonlakeihin

vetoaminen jompaankumpaan kategoriaan. Esimerkiksi Kuhn määrittelee ”oletukset”, eli yleisiin lainalaisuuksiin vetoamiset, evidenssiksi [5, s. 59–60], kun taas Williams ja Lombrozo selitykseksi [7, s. 778].

Olen tehnyt tässä tutkielmassa sen ratkaisun, että väitteen perustelevien luonnonlaeista aiheutuvana ilmiönä on pohjimmiltaan selitys. Tämä mahdollistaa melko siistin rajanvedon, niin että selitykseen sisältyy väitteen aiheuttavan syy-seurausketjun tai sen osien tunnistaminen tai kuvailu. Luonnonlait eivät sinällään edes ole havaintoja, vaan ne ovat yksittäisistä havainnoista tehtyjä yleistyksiä, joten on vain johdonmukaista pitää niitä selityksenä. Mikäli luonnonlakia ei kuitenkaan käytetä väitteenä olevan ilmiön aiheuttajana tai yleisenä tapahtumana, josta väite yksittäistapauksena seuraa vaan muuna tukena, niin siinä tapauksessa se voisi olla evidenssiä, mikäli se täyttää myös muita evidenssin kriteereitä.

Taulukossa 1 olen esittänyt evidenssin ja selityksen tärkeimmät kriteerit, joiden avulla ne voidaan tunnistaa perustelusta. On huomattava, että kaikki tunnuspiirteet eivät aina toteudu vaikka perustelu olisikin jompaakumpaa, mutta ottamalla ne kaikki yhdessä huomioon, voidaan rajanveto yleensä tehdä.

Kummallakin tavalla perustella on puolensa ja hieman erilaiset roolit argumentissa. Evidenssin etuna on sen paikkansapitävyys, sillä se koostuu havaituista tosiasioista. Sen rooli perustelussa on liittää väite todellisuuteen, mikä on välttämätöntä rationaalille perustelulle. Kuhn esittää tämän niin, että siinä missä selitys tekee väitteestä uskottavan, evidenssi vaikuttaa sen paikkansapitävyyteen. Evidenssi osoittaa, että väite operoi juuri siinä ympäristössä, josta meillä on havaintoja [5, s. 94].

Brem ja Rips puolestaan esittävät neljä tärkeää etua, joita selityksillä on. Ensimmäkin selitys tarjoaa struktuurin, joka auttaa muistamaan ja ymmärtämään infor-

Taulukko 1. Todisteiden eli evidenssin sekä selityksen tunnuspiirteitä

Evidenssi	Selitys
Katsotaan olevan totta	On luonteeltaan hypoteettista
On yksittäistapaus suhteessa väitteeseen	Yleinen sääntö tai toistuva ilmiö, josta väite on yksittäistapaus
Ei ole osa väitteeseen johtavaa syy-seurausketjua	Esittää väitteeseen johtavan syy-seurausketjun tai sen osan
On empiirisesti havaittua	Ei ole suoraan havaittua

maatiota paremmin. Toiseksi selitykset tarjoavat nopean tavan seuloa väitteitä; jos voidaan esittää syy-seurausmekanismi törmäämättä epäjohdonmukaisuuksiin, niin todennäköisyys sille, että väite olisi totta, voi kasvaa. Kolmanneksi selitys auttaa löytämään ja havaitsemaan korrelaatioita. Bremin ja Ripsin mukaan tutkimukset osoittavat, että jopa väärä selitys auttaa arvioimaan dataa täsmällisemmin kuin se, ettei ole selitystä lainkaan. Ja vielä neljänneksi selitys tukee sitä, että havaittu voidaan yleistää. Ilman selitystä ei ole mitään syytä uskoa, että se, mitä on aiemmin havaittu, toistuisi myös tästä eteenpäin. Se, että lehmät klassista musiikkia kuullessaan ovat kerran todistetusti tuottaneet enemmän maitoa, ei vielä takaa sitä, että ne tekevät näin myös tulevaisuudessa. [9, s. 575]

Kummallakin tavalla on toisaalta myös heikkoutensa. Historian aikana on mo-
neen otteeseen nähty, että se mitä on aikaisemmin pidetty hyvänä selityksenä, on myöhemmin selvästi nähty perustuvan virheellisiin ja esimerkiksi rasistisesti tai ideologisesti värittyneisiin ennako-oletuksiin. Ilman evidenssiä selitys on siis vain tarina. Toisaalta taas evidenssinä toimiva havaintoaineisto on vain pieni osa fysikaalista todellisuutta, kaikista asioista kaikkina ajanhetkinä on mahdotonta tehdä havaintoja. Joten tarvitaan jonkinlaista yleistystä, jotta se, mitä on havaittu, voidaan liittää väitteeseen. Lisäksi evidenssi yksistään ei aina kykene avaamaan syy-seuraussuhteita [6]. Klassinen esimerkki on väite, jonka mukaan jäätelönsyönti aiheuttaa hukkumiskuolemia ja evidenssinä tästä on havainto, että jäätelön myynnin lisääntyessä hukkumiskuolemien määrä kasvaa.

Evidenssi ja selitys ovat siis kaksi tärkeintä perusteluluokkaa. Kuhn sekä Brem ja Rips jäsentävät muitakin kategorioita. Esimerkiksi auktoriteettiin vetoaminen on eräs tyypillinen tapa perustella väitteitä. Tämä voidaan jäsentää laajempaan, argumentaatiovirheiden kategoriaan [10], joiden ominaisuuksiin kuuluu, että ne voivat antaa pätevän perustelun vaikutelman kuitenkin olematta sitä. Toinen tärkeä perustelukategoria on nonevidenssi, johon kuuluvat sellaiset tavat perustella kuten näkemyksen väittäminen itsestäänselväksi tai asiaan liittymättömien toteamusten esittäminen perusteluna [5, s. 82]. Näitä luokkia yhdistää se, että ne eivät tue väitettä – niiden esittäminen ei tee näkemyksen paikkansapitävyyttä todennäköisemmäksi.

2.2 Tämän tutkielman lähestymiskulma

Monet tutkijat, kuten Kuhn, pitävät evidenssin esittämistä itsessään jo riittävänä sekä vahvempana perusteluna kuin selitystä [5, s. 94]. Lisäksi Brem ja Rips toteavat, että argumentit, jotka sisältävät ainoastaan selityksen eivätkä lainkaan evidenssiä, ovat heikkoja [9, s. 576]. Sen vuoksi on tärkeää osata tunnistaa nämä kaksi perustelutapaa ja kyetä erottamaan ne toisistaan muun muuassa luokkahuonetilanteissa.

On kaikesta päättäen selvää, että Opetussuunnitelman perusteissa esitettyyn fysiikan tavoitteeseen ”ohjata oppilasta perustelemaan erilaisia näkemyksiä fysiikalle ominaisella tavalla” kuuluu ohjata oppilaita käyttämään perusteluissa ainakin evidenssiä. Lisäksi yläluokille annettiin tehtäväksi rohkaista oppilaita tuomaan esille omaa kokemustietoaan (ks. luku 1).

Olen näillä perusteilla valinnut evidenssin käytön tämän tutkielman tarkastelualueeksi.

2.3 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykset, joihin tässä tutkielmassa pyrin vastaamaan, ovat:

1. Millaisia virkkeitä opettaja käyttää ohjatessaan oppilaita perustelemaan väitteitä?
2. Miten paljon hän käyttää perustelemista ohjaavia virkkeitä oppituntien aikana?
3. Kuinka paljon esiintyy ohjaustilanteita, joissa käytetään evidenssiä perustelemiseen?
4. Mitkä tekijät vaikuttavat evidenssiä sisältävän ohjaustilanteen syntymiseen?

3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

3.1 Aineiston keruu

Vuonna 2015 Suomen Akatemia myönsi neljän vuoden rahoituksen tutkimusaiheelle ”opettajien argumentoinnin orkestrointi fysiikan ja matematiikan oppitunneilla”. Hankkeen tutkijat kuvailevat tutkimusta seuraavasti: ”Tässä projektissa tutkimme opettajan puheen suhdetta opiskelijoiden argumentaatioon fysiikassa ja matematiikassa. Videoimme yläasteen matematiikan ja fysiikan opettajien tunteja ja analysoimme, miten opettajat käyttävät puhetta edistääkseen opiskelijoiden argumentaatiota. Lisäksi tuemme opettajien edistymistä argumentaation tukemisessa ja analysoimme, miten opettajien puheen käyttö muuttuu. Analysoimme myös oppilaiden argumentaation kehitystä. Syvennämme aikaisempia tutkimuksia käsitteellistämällä opettajan puheen ja argumentaation välistä kaksisuuntaista suhdetta. Lisäksi muodostamme tietoa siitä, miten opettajat kehittyvät argumentaation tukemisessa. Tällaisella tiedolla on merkitystä opettajankoulutuksen kehittämässä sekä jatkotutkimusten suunnittelussa. Hanke tuottaa myös innovatiivisia menetelmiä luokkahuonevuorovaikutuksen tutkimiseen.”[11]

Tutkimusaineistoni on kyseisestä tutkimushankkeesta saatua aineistoa. Hankkeen data on peräisin useasta eri koulusta, mutta tässä tutkielmassa käytän tutkimusaineistoa, joka on kerätty yhden keskisuomalaisen yläkoulun 7. luokan oppilaista koostuvan fysiikan ryhmästä ja heidän opettajastaan syyslukukauden 2016 aikana. Aineistoni käsittää viisi fysiikan oppituntia, joista jokaisessa oli pääaiheena erilaisten fysiikan ilmiöihin liittyvien väitteiden perusteleminen. Oppitunnit videoitiin ja saatu videomateriaali myöhemmin litteroitiin tekstiksi tarkempaa analysointia varten.

Oppitunnit kuvattiin kahdenlaisilla kameroilla. Opettajaa kuvattiin Canonin videokameralla, jota toisinaan pidettiin kolmijalassa kiinni olevalla pyörivällä alustalla ja toisinaan käsivaralla. Kyseinen kamera seurasi jatkuvasti opettajaa. Opettaja kantoi lisäksi paidassaan Sennheiser-merkkistä ulkoista mikrofonia, joka taltioi opettajan puheen osaksi videotiedostoa. Oppilaita taas kuvattiin GoPro-merkkiä olevilla laajakulmakameroilla, joissa on integroitu mikrofoni. Jokaista oppilaiden muodostamaa

pienryhmää kuvasi yksi kamera, joka oli kiinnitetty paikoilleen oppilaiden eteen.

3.1.1 Oppituntien kulku

Jokainen oppitunti kesti noin 45 minuuttia ja eteni siten, että aluksi oppilaat järjestettiin työskentelemään pienryhmissä, joista jokaisessa oli tyypillisesti 2–4 oppilasta. Ryhmille jaettiin tehtäväpaperit, joissa oli tehtävänä muun muassa perustella erilaisia fysiikkaan liittyviä väitteitä ja kunkin ryhmän piti täyttää paperi yhdessä keskustellen samalla, kun opettaja kierteli luokassa ryhmästä toiseen ohjaamassa oppilaita. Tuntien loppupuolisko käytettiin koko luokan keskusteluun, jossa opettaja ohjasi keskustelua ja pyrki saamaan ryhmien välistä keskustelua aikaan.

Toisella oppitunnilla oppilaille jaettiin lisäksi faktoja sisältäviä tietokortteja, joista heidän piti valita sopivimmat käyttöönsä perusteluksi (kyseisten korttien sisältö on esitetty liitteessä C). Neljännellä oppitunnilla taas oppilaat tekivät kokeellisen oppilastyön, jonka tuloksia heillä oli mahdollisuus käyttää perustelutehtävissä. Neljäs ja viides oppitunti olivat siinä mielessä yhteistä jatkumoa, vaikka olivatkin eri päivinä, että vasta viidennellä tunnilla käsiteltiin koko luokan kesken niitä asioita, joita neljännellä tunnilla oli tehty pienryhmissä.

3.1.2 Opettajan saama ohjeistus

Yllä mainittuun tutkimushankkeeseen kuului yhtenä osana siihen osallistuvien opettajien kouluttamista. Sinä aikana, jolta oma tutkimusaineistoni on peräisin, fokus oli vielä opettajien opetuksen dialogisuudessa, joten heitä ei ollut siinä vaiheessa koulutettu argumentaation tukemisessa. Tutkijat pitivät opettajan kanssa yhteisen palaverin aina oppitunnin jälkeen, jossa käytettiin Stimulated Review Recall -tekniikkaa, eli opettajalle näytettiin osa hänen tuntinsa videosta, jonka pohjalta käytiin keskustelua. Palaverin jälkeen tutkijat tekivät tuntisuunnitelman aina seuraavalle tunnille, jossa käytiin läpi oppilaille annettavan tehtävän tarkoitus sekä käytännön askelmerkit tehtävän toteutukseen ja sen pohjalta käytävään koko luokan keskusteluun. Lisäksi tuntisuunnitelmassa oli opettajalle erityisohjeita, jotka liittyivät dialogisuuteen ja argumentointiin.

Esimerkiksi toisen tunnin tuntisuunnitelmassa opettajaa ohjeistettiin seuraavasti:

- Näytä ensin kuvaajat, anna sitten tietokortit ja vasta viimeisenä tehtävälaput!

- Muista korostaa sitä, että tietokorteilla on esitetty faktoja, jotteivät oppilaat ala epäillä niiden totuusarvoa.
- Kannusta oppilaita kuuntelemaan toisiaan ja kommentoimaan toistensa ajatuksia. Muistuta, että kommentoimalla voi tukea tai haastaa toisten ajatuksia!
- Korosta myös, että kaikkien ryhmien ajatukset ovat arvokkaita.

Argumentaatioon liittyen oli seuraavia ohjeita:

- Argumentoinnin oppimisen kannalta tehtävän merkitys on korostaa huolellisen perustelun ja loogisen päättelyn merkitystä tieteellisessä argumentoinnissa.
- Seuraavaksi pyydetään muuta luokkaa esittämään tätä mielipidettä tukevia tai haastavia ajatuksia.

Opettaja sai siis selvät ohjeet antaa kaikille oppilaille mahdollisuuden osallistua dialogiin ja jopa kannustaa tähän. Ohjeistaminen perusteluun ohjaamiseen oli vähäisempää ja pysyi melko yleisellä tasolla. Opettajaa ei erikseen ohjeistettu ohjaamaan oppilaita evidenssin tai perustelun käyttöön.

3.2 Aineiston analyysi

Käytin tutkimusaineistoni opettajan puheenvuorojen analysointiin aineistolähtöistä sisällönanalyysimenetelmää pääosin Jouni Tuomen ja Anneli Sarajärven kuvailemalla tavalla [12]. Menetelmän tarkoituksena on analysoida tutkimuksen aineistoa aineiston itsensä ehdoilla ilman taustalla vaikuttavaa teoriaa.

Tutkimusaineistoni koostui aluksi kaikkien viiden oppitunnin videoista litteroidusta tekstistä. Litteroitu teksti sisälsi pääasiassa oppilaiden ja opettajan vuoropuhelua ja tiedon siitä, kuka kunkin puheenvuoron esittää, sekä lyhyitä kuvauksia olennaisista elehtimisistä, äänensävyistä ja vastaavasta puheettomasta sisällöstä.

Aloitin analyysin aineiston pelkistämällä, mikä tarkoittaa aineiston karsimista niin, että vain tutkimukselle olennainen osa jää jäljelle. Oppitunneista litteroidussa materiaalissa oli melko paljon sellaista sisältöä, joka ei liity tutkimuskysymyksiini ja jonka jätin kokonaan pois. Hyväksyin tutkimukseni kohteeksi vain sellaiset opettajan ja oppilaiden väliset vuorovaikutustilanteet oppitunneilta, joissa opettaja ohjasi oppilaita tuntitehtävien työskentelyssä. Tyypillisesti tällaiset tilanteet olivat joko

pienryhmätilanteita, joissa opettaja kulki ryhmästä toiseen ohjaamassa oppilaiden työskentelyä, tai koko luokan tilanteita, joissa opettaja oli vuorovaikutuksessa yhtä aikaa kaikkien oppilaiden kanssa. Jaoin näin jokaisen oppitunnin pienemmiksi vuorovaikutustilanteiksi, joita tuli vähimmillään kolme ja enimmillään 11 aina jokaista oppituntia kohden. Kun opettaja oli ohjaamassa yhtä pienryhmää, käsittelin sen siis yhtenä vuorovaikutustilanteena. Tilanne päättyi ja seuraava alkoi, kun opettaja alkoi ohjata toista pienryhmää. Koko luokan ohjaustilanteissa käsittelin vuorovaikutustilanteena aina sellaista, jossa käsiteltiin yhtä tehtävää. Kun siirryttiin seuraavaan tehtävään, vuorovaikutustilanne vaihtui.

Esittelen analysoinnin tuloksena tekemäni luokittelun luvussa 4.1.

Koska tarkoitukseni on tutkia opettajan puheenvuorojen lisäksi tekijöitä, jotka johtavat evidenssillä perusteluun, niin on välttämätöntä löytää kaikista vuorovaikutustilanteista juuri ne tilanteet, joissa esiintyy perustelemista ja tunnistaa näistä ne, joissa käytetään evidenssiä.

Tässä kohtaa teinkin aineiston analyysin teorialähtöisesti, eli tutkimusaineiston analysointi perustuu olemassa olevaan teoriaan [12]. Teoria joka on tässä taustalla vaikuttamassa on esitelty luvussa 2.1.

Lähdin liikkeelle koodaamalla vuorovaikutustilanteista kaikki, sekä opettajan että oppilaiden, puheenvuorot. Tällä kertaa en siis valinnut analyysiyksiköksi virkettä vaan kokonaisen puheenvuoron. Aluksi koodasin jokaisen puheenvuoron joko perusteluyritykseen kuuluvaksi tai muuksi puheenvuoroksi. Tämän jälkeen erottelin perusteluyrityksistä evidenssin käytöt, selitykset ja muut perustelut.

Tuloksena tästä kaikesta minulla oli aineistosta koodattuna sekä opettajan virkkeet että kaikkien puheenvuorot, joten viimeisenä vaiheena aloin tarkastelemaan, minkälaista puhetta opettaja käyttää kun vuorovaikutustilanne onnistuu. Lisäksi tarkastelin muita olosuhteita, jotka saattoivat vaikuttaa tähän. *Onnistuneeksi tilanteeksi määrittelin sellaisen vuorovaikutustilanteen, jossa esiintyy evidenssillä perustelemista joko opettajan tai oppilaan toimesta tai jossa opettaja suoranaisesti ohjaa siihen.* Aina tilanteen onnistumisen taustalla ei välttämättä ole opettajan ohjaamista, sillä oppilas on voinut päätyä itsenäisesti tai yhdessä muiden oppilaiden kanssa toivotunlaiseen perusteluun ja opettaja vain saa hänet esittämään tämän perustelunsa ääneen. Pidän myös näitä tilanteita tutkimuksen kannalta tärkeinä, sillä nämä tilanteet auttavat muita oppilaita huomaamaan hyvän perustelun ja vahvistavat kyseiselle oppilaalle itselleen, että hänen perustelunsa on toivotunlaista.

4 Tulokset

4.1 Opettajan puhe

Määrittelin analyysiyksiköksi opettajan kokonaisen virkkeen. Puhekielisyydestä johtuen virke saattoi joskus olla vain yksi sana tai kesken jäänyt lause, joten käsittelin tämänkaltaiset tapaukset myös virkkeinä. Aloin tarkastella karsittua litteraattiaineistoa virke kerrallaan ja lopulta aineistosta alkoi hahmottua erilaisia virketyyppejä, jotka merkitsin koodeilla litteroituun tekstiin. Tuomi ja Sarajärvi kutsuvat tällaista luokittelua aineiston klusteroinniksi [12, s. 112], missä aineisto luokitellaan yhdistävien tekijöiden perusteella. Klusteroinnin tuloksena päädyin 12 eri alaluokkaan, joihin jokaisen opettajan virkkeen voi jäsentää. Nämä luokat on esitetty taulukossa 2 (kaksi oikeanpuolimmaisinta saraketta) samoin niiden koodit. Määrittelen virkkeiden alaluokat tarkemmin liitteessä A.

Koska näiden alaluokkien rajat ovat hieman häilyvät ja opettajan ilmaisut puhekielisiä, niin tiukka luokittelu oli välillä vaikeaa. Onneksi tämä ei ole ratkaiseva haitta, sillä seuraavaksi pystyin yhdistelemään erityisesti niitä luokkia, joissa saattoi helposti tulla päällekkäisyyksiä. Tuomi ja Sarajärvi kuvailevatkin, miten luokittelu etenee abstrahointiprosessina eli yhdistämällä luokituksia niin kauan kuin se aineiston sisällön näkökulmasta on mahdollista, jolloin lopulta muodostuu luokitteluhierarkiassa ylimpänä olevia yhdistäviä luokkia [12, s. 114].

Taulukon 2 toisessa sarakkeessa vasemmalta lukien olen yhdistänyt kaikki 12 alaluokkaa kolmeksi pääluokaksi. *Kysymys* on kysyvä virke, jonka tarkoitus on saada oppilas puhumaan. Hieman vastaava on *kehotus*, joka pyrkii samaan, mutta se ei luonteeltaan ole kysyvä vaan kehottava virke. *Toteamus* taas on virke, jonka esittämällä opettaja ei pyri saamaan oppilasta kommentoimaan lainkaan, vaan keskiössä on opettajan oma puhe.

Opettajan virkkeet voidaan jakaa näihin luokkiin ilman, että tulee suuria epäselvyyksiä luokittelun rajoista. Nämä loputkin epäselvyydet poistuvat oikeastaan kokonaan viimeisessä abstrahointivaiheessa. Näistä pääluokista kaksi ensimmäistä voidaan nimittäin edelleen yhdistää yhdeksi yhdistäväksi luokaksi, jolloin kolmesta

pääluokasta muodostuu kaksi yhdistävää luokkaa, jotka on esitetty taulukon 2 vasemmanpuoleisimmassa sarakkeessa. Näiden yhdistävien luokkien näkökulma opettajan puheenvuoroon nähden on puheen tuoton ohjaaminen: joko pyrkimys saada oppilas puhumaan tai tuottaa itse puhetta. *Puheen indusoiminen* on sellainen opettajan virke, jolla opettaja pyrkii saamaan oppilasta tuottamaan puhetta. *Puheen generoiminen* taas on sellainen opettajan virke, jonka tarkoitus ei ole saada oppilasta puhumaan vaan tuottaa puhetta itse.

Taulukko 2 käytännössä vastaa ensimmäiseen tutkimuskysymykseeni.

4.2 Puheenvuorot

Taulukossa 3 on esitetty opettajan eri virketyyppien määrät vuorovaikutustilanteissa, ja se vastaa toiseen tutkimuskysymykseen. Kuva 1 esittää tämän vielä havainnollisemmin. Siitä havaitaan, että suoria kysymyksiä esiintyy lähes kaikilla oppitunneilla eniten. Neljäs oppitunti oli kuitenkin poikkeuksellinen kaikkien virketyyppien suhteen.

Kaikilla tunneilla opettaja käytti huomattavasti näitä vähemmän opettamista ja vastaamista. Toisin sanoen kyseisen opettajan ohjaamistavassa korostuu selkeästi pyrkimys saada oppilaat tuottamaan argumentteja sen sijaan, että hän itse antaisi valmiita perusteluja.

Taulukko 2. Opettajan virkkeiden luokittelu

Yhdistetty luokka	Pääluokka	Alaluokka	Koodi
Puheen indusoiminen	Kysymys	Suora kysymys	a
		Kysyvä toteamus	k
	Kehotus	Suora kehotus	b
		Kehottava toteamus	i
Puheen generoiminen	Toteamus	Selvennys	c
		Yleinen opettaminen	d
		Tilanneopettaminen	e
		Palaute	f
		Retorinen kysymys	g
		Ohjeistus	h
		Toteamus	j
		Muu	-

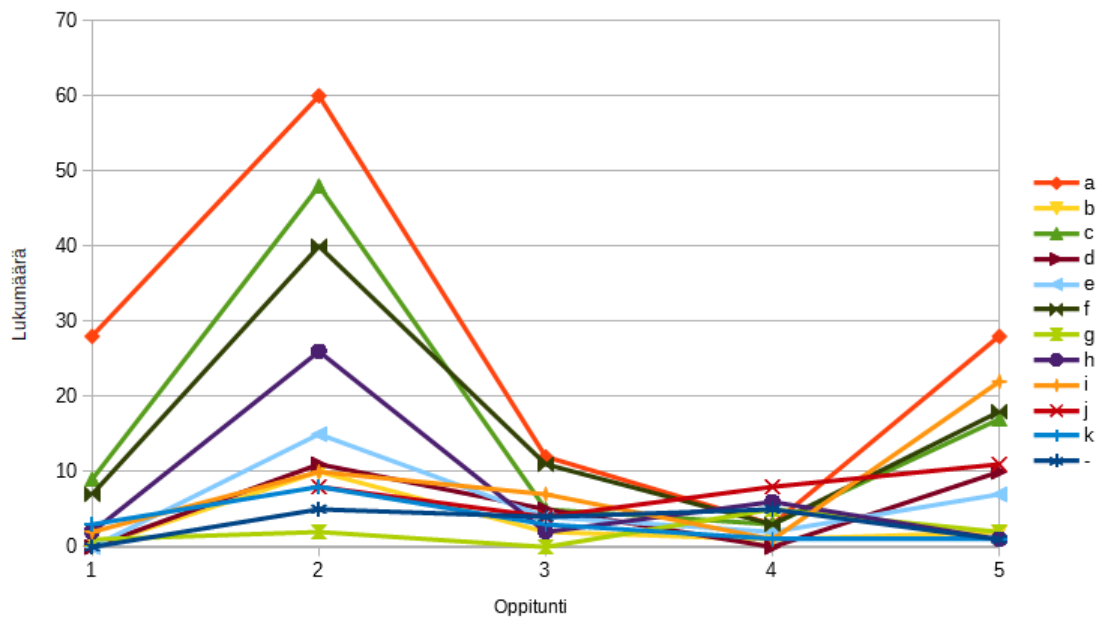
Eri oppituntien välillä on runsasta vaihtelua jokaisessa ohjaustyyppissä. Erityisesti neljännen oppitunnin kohdalla on selkeä notkahdus esiintymismäärissä. Tämä johtuu pitkälti siitä, että kyseisellä tunnilla tehtiin kokeellinen työskentely, joka vei huomattavan paljon aikaa ja jonka aikana opettaja ei ohjannut perustelemista. Kuitenkin eri tyyppien suhteellinen määrä oli suunnilleen sama myös tällä tunnilla.

Kuvasta 3 nähdään, että noin 30 % opettajan vuorovaikutustilanteissa käyttämistä virkkeistä oli kysymyksiä ja noin 11 % kehotuksia kommentoida. Toisin sanoen silloin kun opettaja yritti ohjata oppilaita perustelemaan fysiikan näkemyksiä, hän käytti melkoisen suuren osan virkkeistään puheen indusointiin oppilaissa.

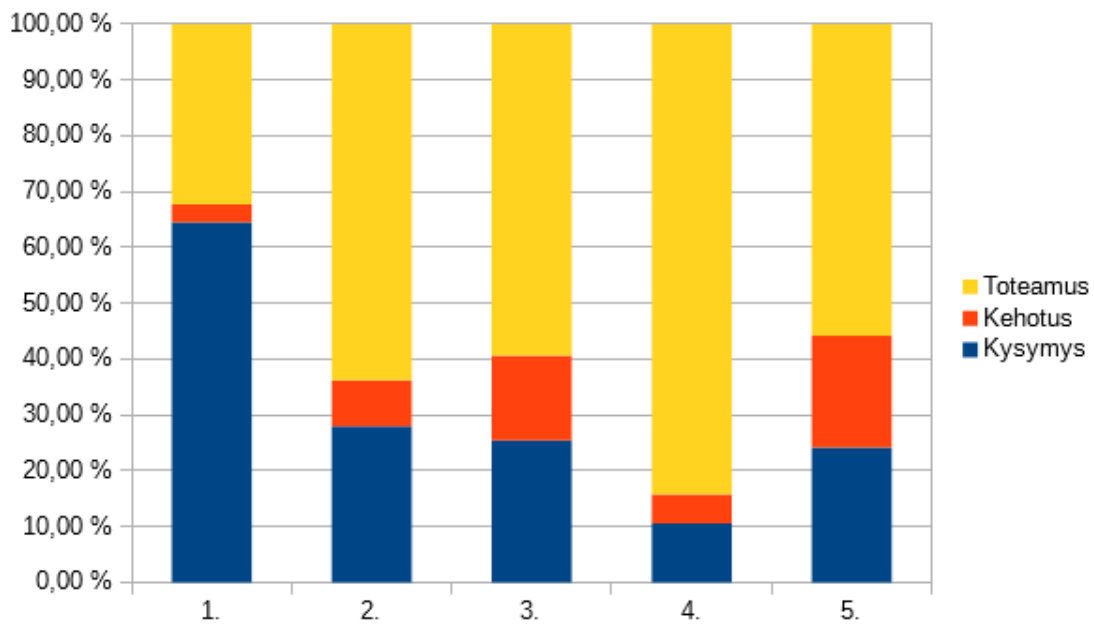
Kuvaajasta 2 nähdään, että se, paljonko eri pääluokkiin kuuluvia virkkeitä opettaja käytti, vaihteli jonkin verran oppitunnista toiseen. Kaikkien tuntien ohjaustilanteista opettaja käytti ensimmäisellä tunnilla suhteellisesti vähiten toteamuksia, vain noin 30 %. Suhteellisesti eniten, 80 % niitä taas tuli neljännellä tunnilla. Toisella, kolmannella ja viidennellä oppitunnilla niiden suhteellinen määrä oli noin 60 %.

Taulukko 3. Opettajan erilaisten virkkeiden määrät eri tunneilla

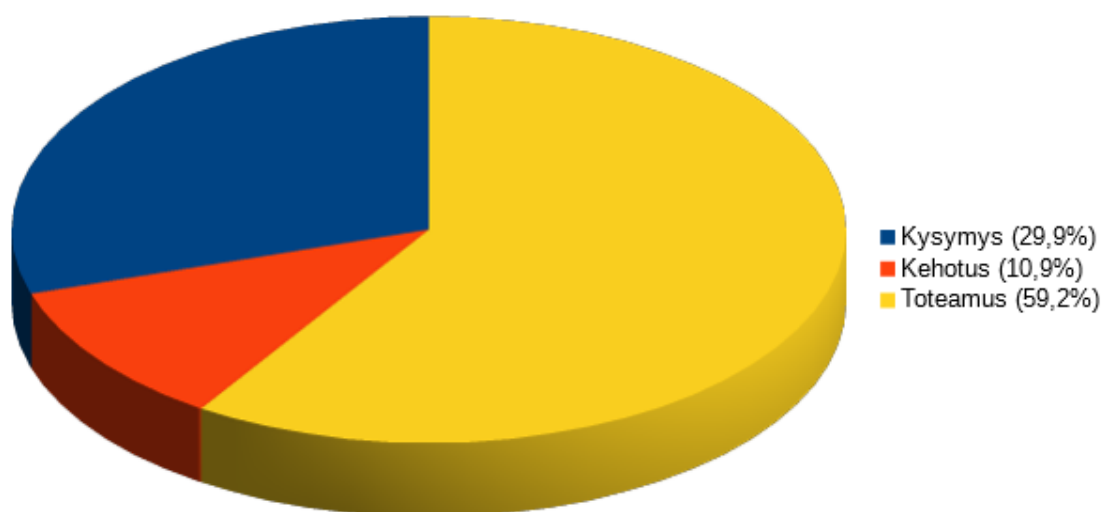
Tyyppi	Koodi	Oppitunti				
		1.	2.	3.	4.	5.
Suora kysymys	<i>a</i>	28	60	12	3	28
Suora kehotus	<i>b</i>	0	10	2	1	2
Selvennys	<i>c</i>	9	48	5	3	17
Yleinen opettaminen	<i>d</i>	0	11	5	0	10
Tilanneopettaminen	<i>e</i>	0	15	4	2	7
Palaute	<i>f</i>	7	40	11	3	18
Retorinen kysymys	<i>g</i>	1	2	0	5	2
Ohjeistus	<i>h</i>	2	26	2	6	1
Kehottava toteamus	<i>i</i>	2	10	7	1	22
Toteamus	<i>j</i>	1	8	4	8	11
Kysyvä toteamus	<i>k</i>	3	8	3	1	1
Muu	-	0	5	4	5	1



Kuvio 1. Opettajan virketyyppien määrät oppitunneittain



Kuvio 2. Pääluokkien suhteelliset määrät oppitunneittain



Kuvio 3. Pääluokkien suhteellinen määrä viiden oppitunnin ajalta

4.3 Onnistuneet ohjaustilanteet

Taulukosta 4 voidaan havaita, että vuorovaikutustilanteen onnistuminen (”onnistuminen” tarkoittaa, että tilanteessa jotakin väitettä perustellaan evidenssillä tai siihen selkeästi ohjataan) oli melko harvinaista, esimerkiksi neljännellä tunnilla onnistumisia ei ollut lainkaan. Sen sijaan selityksen antamisia tapahtui paljon enemmän ja jokaisella tunnilla. Kyseinen taulukko vastaa kolmanteen tutkimuskysymykseeni.

Koska onnistuneita tilanteita oli suhteellisen vähän, esitän ne kaikki litteroituna liitteessä B.

4.4 Onnistuneisiin tilanteisiin johtavat tekijät

Seuraavaksi esitän tulokset, jotka vastaavat neljänteen tutkimuskysymykseen: Mitkä tekijät vaikuttavat onnistuneen tilanteen syntymiseen?

4.4.1 Opettajan puhe: virkkeiden alaluokat

Aineistosta nousee esiin eräs olennainen piirre, joka johtaa onnistuneeseen tilanteeseen. Nimittäin opettajan tapa johdatella kysymysten avulla evidenssiin. Neljässä tilanteessa kaikista kahdeksasta opettaja esittää sellaisia kysymyksiä, joihin vastaaminen suoranaisesti johtaa evidenssin antamiseen. Nämä tilanteet ovat 2., 3., 5. ja 8. onnistunut tilanne (liite B).

Näissä tilanteissa vuoropuheluiden eteneminen voidaan esittää pelkistetyllä tavalla seuraavasti (opettajan puhe on esitetty koodauksilla, oppilaan puhe sisällön kuvailulla):

- (2. onnistunut tilanne) $a, c, a \rightarrow \text{evidenssi}$
- (3. onnistunut tilanne) $a, a, a \rightarrow \text{evidenssi} \rightarrow f$
- (5. onnistunut tilanne) $a \rightarrow \text{evidenssi} \rightarrow f, \dots, c, a \rightarrow \text{evidenssi} \rightarrow f, e$
- (8. onnistunut tilanne) $a, a \rightarrow \text{evidenssi} \rightarrow c$

Näin tarkasteltuna opettajan puheenvuorot ovat keskenään lähes identtiset. Yhteistä näissä tilanteissa on se, että opettaja omassa kysymyksessään esittelee idean evidenssiksi ja ikään kuin kysyy oppilaalta, voisiko kyseinen evidenssiehdotus perustella väitettä. Oppilaan tehtäväksi jää vastata kysymyksiin. Näin opettaja ikään kuin kädestä pitäen tekemällä suoria kysymyksiä ohjaa oppilaan käyttämään evidenssiä.

Huomionarvoista on, että ohjatessaan tällä tavalla oppilaita käyttämään evidenssiä, oppilaat joka kerta onnistuvat tässä. Opettajan menetelmä on siis tehokas. Mutta

Taulukko 4. Onnistuneiden ja onnistumattomien ohjausten määrät eri oppitunneilla.

Oppitunti	Tilanteita yhteensä	Onnistuneita tilanteita
1.	6	2
2.	7	1
3.	4	2
4.	3	0
5.	11	3
Yhteensä	31	8

vaikka kyseinen opettaja käytti usein kysymyksillä ohjaamista, niin kuitenkin juuri evidenssin käyttöön ohjaaminen oli hänellä harvinaista (31 tilanteesta neljässä).

Kahdessa onnistuneessa tilanteessa opettaja kysyi oppilailta perusteluita (muttei varsinaisesti evidenssiä). Nämä tilanteet voidaan esittää pelkistetyksi seuraavasti:

- (6. onnistunut tilanne) $i, a, i \rightarrow \text{evidenssi} \rightarrow f$
- (7. onnistunut tilanne) $b \rightarrow \text{väite} \rightarrow k \rightarrow \text{evidenssi} \rightarrow a \rightarrow \text{evidenssin parantaminen}$

Näissä tilanteissa juuri ennen kuin oppilas antaa evidenssin, opettaja kysyy perusteluita väitteelle (edeltävässä tapauksessa suoraan ja jälkimmäisessä epäsuorasti). Tällainen tapa kysyä perusteluita tai tukea (eikä erityisesti evidenssiä) tuotti kuitenkin paljon useammin muunlaisia vastauksia kuten selitystä, joten sen ei voida sanoa olevan tärkeä tekijä evidenssin tuottamisessa. Tämä on sopusoinnussa sen tutkijoiden havaitseman ilmiön kanssa, että ihmisillä on taipumus tukeutua mieluummin selitykseen kuin todisteisiin perustellessaan väitettä ja tämä taipumus on sitä vahvempi mitä nuoremasta henkilöstä on kyse [3].

Loput kaksi onnistunutta tilannetta olivat oikeastaan yksittäistapauksia siinä mielessä, että ne eivät olleet kovin samankaltaisia muiden tilanteiden kanssa. Ne voidaan pelkistää seuraavasti:

- (1. onnistunut tilanne) $a \rightarrow \text{oppilaan kommentointia} \rightarrow c \rightarrow \text{muuta puhetta, evidenssi, muuta puhetta} \rightarrow f$
- (4. onnistunut tilanne) $\text{oppilaan kommentointia} \rightarrow k \rightarrow \text{evidenssi} \rightarrow f, e, f$

Edeltävässä tilanteessa opettaja ei mitenkään nosta esiin oppilaan sanomaa evidenssiä. Ei ole edes selvää, mihin hän antaa palautetta (f), joten tilannetta ei voi pitää kovin opettavaisena. Jälkimmäisessä tilanteessa oppilas spontaanisti kysyy opettajalta, onko hänen perustelunsa kelvollinen, johon opettaja kiitettävästi tarttuu. Nämä tilanteet eivät kuitenkaan anna tarpeeksi informaatiota sen päättämiseksi, miten opettaja puheellaan vaikuttaa evidenssin tarjoamiseen.

4.4.2 Opettajan puhe: virkkeiden pääluokat

Vaikka en tilastoanalyysin menetelmin tutkinutkaan, missä määrin opettajan virkkeiden pääluokkien määrät korreloivat onnistuneiden tilanteiden määrien kanssa eri oppitunneilla, niin eräs yhteys voidaan suoraan nähdä. Onnistuneita tilanteitahan ei tullut yhtään neljännellä tunnilla (ks. taulukko 4), jolloin myös kysymyksiä ja kehotuksia tuli suhteellisesti vähiten. Muilla oppitunneilla, joissa kaikissa esiintyi onnistuneita tilanteita, myös kysymyksiä ja kehotuksia oli selvästi enemmän kuin neljännellä tunnilla.

Puheen indusoiminen näyttäisi siis korreloivan ainakin jossain määrin sen kanssa, miten ohjaustilanteissa ilmenee evidenssin käyttöä. Se, mistä tämä voisi johtua, on hyvä kysymys. Toisin sanoen miksi evidenssiä ilmenee vain vähän silloin, kun opettaja ei yritä saada aikaan oppilaissa puhetta? Eräs mahdollinen selitys voisi olla se, että kyseisellä tunnilla ehdittiin ylipäättään vähemmän ohjaamaan perustelua tunnilla tehdyn kokeellisen työn vuoksi, jolloin muutoinkin harvoin ilmenevää evidenssin käyttöä ei vain ehtinyt tulemaan.

Toisaalta taulukosta 3 voidaan lukea, että neljännen tunnin aikana sellaisissa tilanteissa kun opettaja ohjasi oppilaita perustelemisessa, hän enimmäkseen esitti vain toteamuksia tai jopa asiaankuulumatonta puhetta. Toisin sanoen opettajan itsensä generoima puhe ei ollut monestikaan edes opettamista. Myöskin se, että evidenssiä ilmeni johdattelevien kysymysten käytön tuloksena, selittää hyvin indusoivan puheen merkitystä.

4.4.3 Taustatekijät

Vähäiset onnistuneet tilanteet olivat jakautuneet melko tasaisesti eri oppituntien kesken, joten on vaikea vetää suuria johtopäätöksiä, mitkä muut tekijät opettajan puheen lisäksi vaikuttivat evidenssin tarjoamiseen. Joitakin huomioita voidaan kuitenkin tehdä.

Neljännellä oppitunnilla tehtiin kokeellinen työskentely, joka vei noin 15 minuuttia aikaa. Työn ansiosta oppilailla olisi ollut hyvä tilaisuus käyttää keräämäänsä havaintoaineistoa evidenssinä sekä neljännellä että viidennellä oppitunnilla, joilla käsiteltiin siihen liittyviä väitteitä. Kuitenkin vain yhdessä tilanteessa näin kävi, ja siinäkin opettaja ei erikseen ohjannut käyttämään sitä. Oppilaiden tuoreessa muistissa olevat empiiriset havainnot eivät siis vielä itsessään suuremmin vaikuttaneet

niiden käyttöön evidenssinä.

Toisaalta on mahdollista, että oppilaat puheessaan implisiittisesti viittasivat tekemäänsä kokeeseen. Toisin sanoen koska koe oli kaikkien äskettäin suorittama (viisi päivää aikaisemmin), he saattoivat hyvinkin olettaa, että sen tulokset olivat kaikille niin selviä, ettei niitä tarvinnut mainita ääneen. Tätä mahdollisuutta on kuitenkin mahdotonta tässä yhteydessä todentaa, joten tarvitaan lisätutkimusta asian selvittämiseksi. Esimerkiksi Brem ja Rips ovatkin havainneet, että koehenkilöt suosivat evidenssiä hieman enemmän kuin selitystä silloin, kun niitä oli hyvin saatavilla, mutta luottivat selitykseen, kun evidenssiä oli vain vähän tai ei ollenkaan [9].

Toisella oppitunnilla käytössä olleet tietokortit (C) muodostivat erään taustatekijän, joka olisi saattanut vaikuttaa negatiivisesti evidenssin käyttöön. Kaikki tietokortit olivat nimittäin luonteeltaan sellaisia, että jos niihin suoraan viittasi sellaisenaan perusteluna tuntitehtävänä olleeseen väitteeseen, ne olisivat olleet selitystä. Opettajaa myös ohjeistettiin kehottamaan oppilaita käyttämään kortteja perusteluna. Tästä huolimatta toisella tunnilla tuli yksi onnistunut tilanne, kun opettaja ohjasi johdattelevilla kysymyksillä oppilasta esittämään evidenssiä eräälle tukiväittämälle. Vaikka oppilaat eivät spontaanisti tukeutuneetkaan evidenssiin kyseisellä oppitunnilla, niin koska evidenssin käyttö oli harvinaista ylipäätään millään tunnilla, ei tämän taustatekijän vaikuttavuutta pysty kunnolla arvioimaan.

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

5.1 Yhteenveto tuloksista

Tässä kokoaan yhteen tutkimuskysymyksiini saamat vastaukset.

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli: Millaisia virkkeitä opettaja käyttää ohjattaessaan oppilaita perustelemaan väitteitä? Taulukko 2 vastaa tähän kysymykseen. Opettajan virkkeet voidaan luokitella 12 luokkaan, jotka voidaan edelleen yhdistää lopulta kahdeksi yhdistäväksi luokaksi.

Toinen tutkimuskysymys oli: Miten paljon opettaja käyttää eri virketyyppejä oppituntien aikana? Taulukossa 3 on esitetty kaikkien virketyyppien esiintymisten määrät jokaisella oppitunnilla. Se siis vastaa toiseen tutkimuskysymykseen.

Kolmas tutkimuskysymys oli: Kuinka paljon esiintyy ohjaustilanteita, joissa käytetään evidenssiä perustelemiseen? Onnistuneita ohjaustilanteita oli yhteensä kahdeksan ja se, miten ne jakaantuivat eri oppituntien kesken, esitetään taulukossa 4. Liitteessä B on yksityiskohtaisemmin avattu jokainen tilanne.

Neljäs tutkimuskysymys oli: Mitkä tekijät vaikuttavat evidenssiä sisältävän ohjaustilanteen syntymiseen? Havaintoni on, että indusoiva puhe, tarkemmin sanottuna suorat kysymykset, jotka johdattelevat evidenssiin, vaikuttaa suuresti evidenssin ilmenemiseen. Myös pieni vaikutus on kokeellisella työskentelyllä, sillä se tuotti yhden lisäonnistumisen.

5.2 Ehdotuksia perustelun ohjaamiseen ja jatkotutkimukseen

Kuten taulukosta 3 voidaan havaita, opettajan virkkeistä vain pieni osa oli opettamista tai tilanneopettamista. Tästäkin määrästä vain osa oli argumentoinnin opettamista. Tämä voi ainakin osittain selittää onnistuneiden tilanteiden pientä määrää, sillä oppilailla oli joskus hankaluuksia keksiä, miten väitteitä voisi perustella.

Seuraavassa esitän kaksi eri tilannetta, joissa se, että opettaja olisi opettanut perustelemista, olisi melko varmasti tuottanut myönteisiä tuloksia. Ensimmäinen ti-

lanne on neljänneltä oppitunnilta, jossa oppilaat keskeyttävät opettajan kertoakseen, etteivät he osaa perustella:

OPE: -- Te voisitte vaikka kopioia sen teidän arvausjärjestyksen tähän ...

Opp.1: Mut jos ei me tiedä, miks se on nii, ni miten me osataan perustella?

OPE: No sit et osaa. Mut että ois hirveen kiva, että te vertailisitte näitä järjestyksiä. Ja onhan teitä siinä myöskin taas, [Opp.1], kaks. Lyökää viisaat päänne yhteen ja miettikää yhdessä. Minustakin ois hirveen kivaa nähä, että miten ne teidän järjestykset meni.

Opettaja ei käytännössä auttanut yhtään toistamalla jo annetun ohjeen ja ohjeistamalla vain miettimään asiaa yhdessä.

Toinen tilanne on viidenneltä tunnilta (ESS litteraatissa tarkoittaa, että puheesta ei saa videolta selvää):

Opp.1: Emmä tätä osaa. Miten mä osaan tän perustella tai (ESS).

OPE: Yrität parhaas.

Opettajan ainoa vastaus siis oli ohjeistaa oppilasta yrittämään parhaansa. Tämän jälkeen hän siirtyi muihin asioihin.

Jos opettaja olisi kummassakin tilanteessa esimerkiksi kertonut, minkälaisia tunnuspiirteitä on evidenssillä ja selityksellä, se olisi antanut oppilaille paremmat eväät jatkaa tehtävän parissa ja mahdollisesti jopa kasvattanut onnistuneiden tilanteiden määrää. On sitä paitsi mahdollista, että oppilailla on ollut enemmänkin vastaavalaisia vaikeuksia perustelemisessa, mutta joista he eivät ole maininneet opettajalle, joten argumentaation opettaminen olisi varmasti perusteltua.

Kaiken kaikkiaan tutkimuksesta käy selville evidenssin esittämisen tai edes siihen ohjaamisen hyvin vähäinen määrä. Tuloksien perusteella opettajan kannattaa pyrkiä indusoivaan puheeseen ja erityisesti esittämään sellaisia johdatteluvia kysymyksiä, jotka auttavat oppilaita käyttämään evidenssiä. Lisäksi se, että opettaja erikseen kehottaisi oppilaita käyttämään kokeellisesta työskentelystä keräämiään havaintoja evidenssinä erilaisille siihen liittyville väitteille, voisi edistää tätä, sillä ilman tällaista

kehottamistakin kokeellinen työskentely tuotti tämän tutkimuksen aikana yhden lisäonnistumisen. Samalla tällainen omien havaintojen käyttö tehokkaasti osoittaisi, mitä hyötyä kokeellisesta työskentelystä on, ja liittäisi sen suuremmin osaksi teoreettisesti käsiteltyjä asioita.

Kaikista viidestä tutkimastani oppitunnista kahdella opettaja aivan tunnin lopuksi teki demonstraation, joka suoraan liittyi tunnilla käsiteltyyn väitteeseen. Hyvä puoli tässä saattaa olla se, että tunnin aikana käyty asia mahdollisesti motivoi seuraamaan tarkkaan demonstraatiota ja sen tuloksia ja painamaan sen paremmin mieleen. Toisaalta taas sen tuloksia ei voinut käyttää tunnin aikana hyödyksi. Yksi mahdollisuus kiertää tämä haittapuoli on jatkaa keskustelua seuraavalla tunnilla, jolloin havainnot ovat vielä hyvin mielessä.

On selvää, että tarvitaan enemmän tutkimusta vahvistamaan näitä tuloksia, kuten indusoivan puheen yhteys tilanteen onnistumiseen. Tulevaisuudessa voisi myös olla hyödyllistä tutkia sitä, millainen vaikutus oppilastyöllä tai demonstraatiolla on oppilaiden evidenssin käyttöön silloin kun opettaja käyttää indusoivaa puhetta, erityisesti johdattelevia kysymyksiä. Opetussuunnitelma nimittäin painottaa fysiikan opettajille myöskin kokeellisen tutkimisen opettamista [2, s. 389–390], joten sen yhdistäminen argumentoinnin ohjaamiseen voisi olla tehokasta.

Lisätutkimuksen tarve tulee myöskin oppilaiden osaamisen suhteen. Tässä työssä tutkin vain onnistuneiden tilanteiden ilmenemistä, mutta sen tietäminen, onko niiden esiintyminen hyödyllistä oppilaiden tulevan osaamisen kannalta, olisi olennaisen tärkeää.

Tässä esitellyt tulokset ja johtopäätökset eivät ole niin luotettavia kuin ne voisivat olla, sillä tutkimusaineistoani ei ole vertaisluokiteltu eivätkä toiset tutkijat ole varmistaneet tekemääni analyysiä. Kuitenkin niitä voidaan pitää ainakin suuntaantavina ja ne antavat opettajille ja tutkijoille hyviä suuntaviivoja luonnontieteelliseen opetukseen.

Lähteet

- [1] J. Osborne, ”Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse”, *Science*, vol. 328, nro 5977, s. 463–466, 2010.
- [2] Opetushallitus, *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*, verkkojulkaisu, 2016.
- [3] A. Glassner, M. Weinstock ja Y. Neuman, ”Pupils’ evaluation and generation of evidence and explanation in argumentation”, *British Journal of Educational Psychology*, vol. 75, s. 105–118, 2005.
- [4] K. L. McNeill, ”Elementary students’ views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 48, nro 7, s. 793–823, 2011.
- [5] D. Kuhn, *The skills of argument*. Cambridge University Press, 1991.
- [6] T. Lombrozo, ”The structure and function of explanations”, *Trends in cognitive sciences*, vol. 10, nro 10, s. 464–470, 2006.
- [7] J. J. Williams ja T. Lombrozo, ”The role of explanation in discovery and generalization: Evidence from category learning”, *Cognitive Science*, vol. 34, nro 5, s. 776–806, 2010. url: <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01113.x>.
- [8] T. Kelly, *Stanford Encyclopedia of Philosophy, Spring 2007 Edition: Evidence*, 2006. url: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2007/entries/evidence/>.
- [9] S. K. Brem ja L. J. Rips, ”Explanation and evidence in informal argument”, *Cognitive Science*, vol. 24, nro 4, s. 573–604, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(00\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(00)00033-1). url: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0364021300000331>.
- [10] P. Society, *Logical fallacies*. url: <http://www.philosophicalsociety.com/logical%20fallacies.htm>.

- [11] Suomen Akatemia, *Rahoituspäätös*, 2015. url: http://webfocus.aka.fi/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=x_HakKuvaus&CLICKED_ON=&HAKNR01=286576&UILANG=fi&IBIAPP_app=aka_ext&TULOSTE=HTML.
- [12] J. Tuomi ja A. Sarajärvi, *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Kustannus-
osakeyhtiö Tammi, 2002.

A Opettajan eri virketyypit

Tässä liitteessä määrittelen opettajan eri virketyypit, joihin luokittelin kaikki opettajan virkkeet. Tyyppejä on yhteensä 11.

Suora kysymys (a). Opettaja esittää oppilaille kysymyksen odottaen selkeästi vastausta. Suoraksi kysymykseksi koodataan kaikki kysymysmuodossa olevat virkkeet poislukien retoriset kysymykset. Puhekielisyydestä johtuen joskus voi olla vaikea nähdä ero kysymyksen ja esimerkiksi kehotuksen välillä. Nyrkkisääntönä on, että virke on suora kysymys, jos sen päälause sisältää kysymyssanan.

Esimerkkejä aineistosta:

- ” Miksi?”
- ”Ja täs pitäis kuitenkin olla niitä, montako?”
- ”Jaa, kerrotko vielä, [Opp.1], miten sen perustelet?”
- ”Mites te perustelette sen, olkaa hyvät?”
- [Lukee tehtäväpaperista:]”Miten lämpö siirtyy kuutiossa olevasta vedestä ulkopinnalle?”

Suora kehote (b). Opettaja kehottaa oppilasta kommentoimaan. Suoraksi kehotteeksi koodataan kaikki virkkeet, jotka ovat muodollisesti käskyjä tai kehotuksia ja joihin selvästi odotetaan oppilaan sanovan jotain vastineeksi. Tämän kategorian ero ohjeistukseen on siinä, millaista reagointia opettaja toivoo oppilaalta: verbaalista vai ei-verbaalista. Huomaa, että mikäli pyyntö on kysymysmuodossa, se koodataan kysymykseksi.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”No kysy, sitä vartenhan minä oon tässä.”
- ”Mietipäs, mitä tarkoittaa tässä kuvaajassa lause, että. . . ”

- ”Sä oot ihan oikeilla jäljillä, anna mennä vaan!” [Tarkoittaa, että oppilas kertoisi, mikä on hänen mielestään evidenssiä.]
- ”No mietipäs” [Tarkoittaa, että oppilas miettisi ääneen.]

Selvennys (c). Opettaja toistaa, selventää tai tarkentaa jo esitetyn ajatuksen. Esi-merkiksi kun opettaja lukee kirjoitettua tekstiä ääneen tai suoraan toistaa sen, mitä oppilas on sanonut, on kyse selvennyksestä. Samoin on silloin, kun opettaja yrittää hieman toisella tavalla ilmaista oppilaan vastausta tai omaa kommenttiaan, jotta se tulisi ymmärretyksi paremmin. Huomaa, että kysymykset, jotka voisivat olla myös selvennyksiä, koodataan kysymyksiksi. Mikäli opettaja merkityksellisen paljon muuttaa jo ilmaistun asian sanamuotoa, on jo kyse kategoriaan yleinen opettaminen tai tilanneopettaminen kuuluvasta virkkeestä, eli tällöin hän pyrkii jo opettamaan, ei selventämään.

Esimerkkejä aineistosta:

- [Lukee tietokortista:]”Kun ainetta lämmitetään, sen molekyylit alkavat liikkua nopeammin.”
- ”Sä sanoit sen, sä sanoit sen niin, että nuo kaikki näkee kaikki.”
- ”Siinä puhutaan energiasta” [Tiivistää, mitä tietokortissa sanotaan.]
- ”Eli ykkönen, kakkonen ja nelonen oli väärin” [Toistaa jo kerrotut vastaukset.]

Yleinen opettaminen (d). Opettaja kertoo oppilaille tietoa fysiikasta, argumentaatiosta tai jostain muusta alueesta joko vastauksena oppilaan kysymykseen tai omaaloitteisesti. Toisin kuin tilanneopettaminen tämä ei ole tilannesidonnaista opettamista, vaan kyse on yleisien ja merkityksellisten faktojen ja tietojen kertomisesta. Huomaa kuitenkin, että sellaiset virkkeet, joissa opettaja kertoo, onko oppilaan vastaus oikein vai väärin, koodataan palautteeksi.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”Ni, ku jäätä lämmitetään, niin ne kun ne pitää toisiaan käestä kiinni ne vesimolekyylit, ni se lämpö saa sen otteen irtoamaan.”
- ”Ja se perustelitki sen.” [Kertoo, että oppilaan kommentti oli perustelua.]

Tilanneopettaminen (e). Opettaja kertoo oleellisen tärkeää tietoa käsilläolevasta tilanteesta joko vastauksena oppilaan kysymykseen tai oma-aloitteisesti. Kyse on siis opettamisesta, missä opettaja ei kerro yleisluonteisia faktoja vaan antaa olennaista tilanne- tai tehtäväsidonnaista informaatiota, joka edistää oppitunnin tavoitteita. Huomaa kuitenkin, että sellaiset virkkeet, joissa opettaja kertoo, onko oppilaan vastaus oikein vai väärin, koodataan palautteeksi.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”...tuohan perustuu siihen olettamukseen, että sun mielestä yks vaan niistä o oikee ja kaks väärin.”
- ”Ja vastaus on aina näissä korteissa, ku mietitte.”

Palaute (f). Opettajan yleensä lyhyt reagointi oppilaan puheenvuoroon, millä opettaja yleensä ilmaisee rekisteröineensä oppilaan kommentin tai lyhyesti kertoo, onko se oikein tai väärin tai kehuu oppilasta. Huomaa, että monesti opettaja voi reagoida oppilaan puheenvuoroon myös kysymyksellä, kehottamisella, opettamisella ja niin edelleen, jolloin virkettä ei koodata palautteeksi vaan näitä vastaavalla koodilla.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”Joo”
- ”Mut jos sä meet sillä, ni ookoo, siis tee niin.”
- ”Aaa, niin lukeekin, okei, hyvä.”
- ”Se oli, [Opp.1], tosi hyvin ajateltu.”

Retorinen kysymys (g). Kysymysmuodossa oleva virke, johon ei ole tarkoitus vastata. Monesti se, onko oppilaan tarkoitus vastata opettajan kysymykseen, voidaan päätellä asiayhteydestä: Jos opettaja esimerkiksi jatkaa puhetta heti kysymyksensä jälkeen antamatta tilaisuutta vastata, voidaan yleensä päätellä, että kyseessä on retorinen kysymys.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”Menee yksiin ton kuvaajan kans, eikö nii?”

- ”...nii, paljonko on lämmintä sisällä ja paljonko ulkona ja kumpaan suuntaan lämpö liikkuu?”

Ohjeistus (h). Opettajan antamia toimintaohjeita oppilaalle. Eroaa kehotuksesta siten, että ohjeistaessaan opettaja ei odota oppilaan reagoivan puhumalla vaan tekemällä. Ohjeistuksen ei tarvitse olla imperatiivissa, vaan se voi olla myös epäsuora kehotus toimia jollain lailla.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”Ja nyt lähette miettimään, ku [Opp.1] sano, että ei se kasva tasasesti, ni onko näissä korteissa, ku näis on tosiasioita, ni onko näissä jossain semmonen asia, missä sanotaan, et ei tässä tilanteessa se kasva se lämpötila tasasesti.”
- ”Sen jälkeen voit vielä yrittää sitä oikeeta oikeeksi.”

Kehottava toteamus (i). Opettajan kehotus oppilasta puhumaan. Eroaa kehotuksesta siten, että ei ole imperatiivissa vaan on toteava virke ja siksi ei muodollisesti ole kehotus. Kuitenkin opettajan selkeä tarkoitus on nimenomaan kehottaa oppilasta puheenvuoroon, esimerkiksi sanomalla oppilaan nimen tämän viitatessa.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”Sitten kakkosryhmä.”
- ”Nelonen.” [Kehottaa oppilasta vastaamaan sanomalla kysessä olevan tehtävän numeron.]

Toteamus (j). Opettajan toteava virke, joka ei ole tarpeeksi merkityksellistä ollakseen opettamista. Se voi esimerkiksi olla opettajan omaa arvelua, kannanotto johonkin asiaan tai humoristinen kommentti. Toteamus eroaa opettamisesta siinä, että toteamus ei anna oppilaille sellaista informaatiota, jota nämä välttämättä tarvitsisivat kulloinkin käsiteltävän tehtävän suorittamiseksi. Yleensä toteamus on opettamista tai ohjeistusta tukeva ylimääräinen lausahdus. Huomaa, että mikäli toteamus on luonteeltaan kysyvä tai kehottava, se koodataan joko kysyväksi tai kehottavaksi toteamukseksi.

Esimerkkejä aineistosta:

- ”Tyyli ennen tarkotusta!”
- ”Ite en oo niin perillä enää, minkälaille nykyisen puhelimen näyttö on, onko siellä mitään nestettä vai ei, mutta.”
- ”Vähä vaikee, vaikee kysymys.”

Kysyvä toteamus (k). Opettajan esittämä epäsuora kysymys. Kysyvä toteamus ei ole kysymysmuodossa oleva virke, mutta on luonteeltaan kysyvä. Esimerkiksi näin on yleensä silloin kun opettaja jatkaa kysymystään uudella sivulauseella, joka on ikään kuin jatkoa kysymykselle. Huomaa, että vaikka kirjoitettuun tekstiin tulisikin kysymysmerkki virkkeen perään, sitä ei koodata suoraksi kysymykseksi, jos sen päälauseessa ei ole kysymyssanaa. Esimerkkejä aineistosta:

- ”Sun mielestä puoltaa?”
- [Jatkaa aiemmin esittämäänsä kysymystä.]”Tai vaikka kaheksassakymmenessä?”
- ”Ja jos olomuodonmuutoksissa aineen lämpötila ei muutu... [Jättää lauseen kysyvästi kesken.]

Muu (-). Opettajan esittämä virke, jota ei voida luokitella mihinkään ylläolevista kategorioista. Yleensä muuksi koodattavat ovat joko sellaisia lausahduksia, joilla ei ole selkeää merkitystä tai roolia, tai täysin tilanteen ulkopuolisia ylimääräisiä kommentteja. Esimerkkejä aineistosta:

- ”Okei.” [Ei sano vastaukseksi oppilaalle vaan itsekseen.]
- ”Joo, mä tuun ihan kohta.”
- ”On meil sit matikkaa ruuan jälkeen.”

B Onnistuneet vuorovaikutustilanteet

Tässä liitteessä esittelen jokaisen vuoropuhelun, jossa oppilas tai opettaja esittää evidenssiä väitteelle tai opettaja ainakin ohjaa siihen. Virkkeet, joissa evidenssiä tai siihen ohjaamista esiintyy, on kursivoitu. Opettajan virkkeet on myös koodattu suluissa olevalla koodilla virkkeen perässä.

1. onnistunut tilanne (1. tunti, opettaja ohjaa koko luokkaa):

[Väite, johon evidenssi esitetään: Oppilaille esitetyn kuvan tilanteessa, jossa kolme henkilöä istuvat vierekkäin ja keskimmäisen edessä on peili, kaikki henkilöt näkevät peilistä toisensa]

OPE: Niin, teillä on kyllä kaikilla se lappu (j). No mites [ryhmä] kolmonen ja [ryhmä] nelonen, teidän ei ollut tarkoitus kritisoida [ryhmä] ykköstä, mutta kun kuulitte, mitä [Opp.1] sano ja mitä [Opp.2] sano, ni onko siihen (a)?

Opp.3: Joo.

Opp.4: No [Opp.1] ois voinut ehkä vähän, tai teidän ryhmä ois voinut jotenki avata sitä enemmän sitä vastausta, mä en ainakaan tajunnut sitä kauheen hyvin.

OPE: Eli heiän mielestään oikee väittäjä olisi se, että kaikki näkee kaikki tuossa kuvan tilanteessa (c).

- [Yleistä hälinää, jossa oppilaat puhuvat osin toistensa päälle]

Opp.3: *En mä tästä nää itteeni, jos tuol on peili.*

- [Oppilaiden vuoropuhelu jatkuu]

OPE: Okei, hyvä (f).

Oppilaan kommentti on keskeltä oppilaiden keskinäistä vuoropuhelua, jossa kyseisen oppilaan perustelu oli ainoa, jossa tuli evidenssiä. Opettaja ei suoranaisesti ohjaa käyttämään sitä, kun hän ensin esittää suoran kysymyksen (a) ja tämän jälkeen selventää (c) väitettä. Opettaja ei tarttunut oppilaan kommenttiin nostaakseen sen

esiin.

Oppilaan kommentti on evidenssiä, sillä oppilas viittaa siinä mielestään varmaan tietoon, joka vastustaa väitettä. Kyse ei ole selityksestä, sillä siinä ei esitetä mahdollista kausaalista aiheuttajaa väitteelle (tai sen vastaväitteelle), eikä esitetä yleistä ilmiötä, josta väite (tai sen vastaväite) yksittäistapauksena seuraisi.

2. onnistunut tilanne (1. tunti, opettaja ohjaa koko luokkaa):

[Väite, johon evidenssi esitetään: Oppilaille esitetyn kuvan tilanteessa, jossa kolme henkilöä istuvat vierekkäin ja keskimmäisen edessä on peili, ainoastaan keskimmäinen näkee peilistä kaikki henkilöt.]

OPE: *Mites se C vaihtoehto (a)? A ja C näkee peilistä vaan toisensa, [Opp.1: Joo] mut ei näkis B:tä, se jotenkin häviäis tästä välistä (c). Onks siinä mitään järkeä (a)?*

Opp.1: *No ei, koska siinä...*

OPE: Pitäskö meidän käyä kokeilemassa (g)?

Opettaja ohjaa oppilaita hylkäämään yhden vaihtoehtoisen väitteen. Oppilas tarttuu tähän, muttei ehdi perustelemaan enempää, miksi kyseinen vaihtoehto on väärä, kun opettaja keskeyttää hänet ehdottamalla evidenssin hankkimista. Opettaja siis selvästi ohjaa käyttämään evidenssiä käyttämällä suoria kysymyksiä (a) ja selvennystä (c), ja oppilas sen ansiosta käyttää evidenssiä.

Tässä evidenssiä on siis yhden kilpailevan väitteen poissulkeminen, eli kyseessä on epäsuora evidenssi. Huomaa, että sitä, miksi kilpaileva väite on väärä, ei erikseen tarvitsisi perustella, jotta se olisi evidenssiä, jos se vain olisi perustelijan mielestä varmaa tietoa.

3. onnistunut tilanne (2. tunti, opettaja ohjaa pienryhmää):

[Väite, johon evidenssi esitetään: Missä lämpötilassa tahansa voi olla sellainen tilanne, että lämpötila ei muutu.]

- OPE: Miltä näyttäis tässä kuvaajassa tilanne, että aika kyllä kuluu, mutta lämpötila ei muutu (a)?
- Opp.1 Se menis nollas koko ajan.
- OPE: Miten menis (a)?
- Opp.1: Nollassa. Se lämpö.
- OPE: Joo'o (f). Jos lämpötila ei muutu, ni viittaako se ainoastaan tohon nollaan (a)? Vai voiko olla missä tahansa kohti täällä semmonen tilanne, et lämpötila ei muutu (a)?
Esimerkiks entä sun kehon lämpötila, kolkytseittämän astetta, muuttuuko se päivän aikana (a)?
- Opp.1: *Ei kai.*
- OPE: *Ei se hirveesti muutu (f). --*

Opettaja kolmannen puheenvuoronsa puolivälistä alkaen ohjaa oppilasta käyttämään evidenssiä. Hän tekee tämän suoran kysymyksen (a) avulla, joka johdattelee oppilaan käyttämään juuri tiettyä evidenssiä. Oppilas antaa evidenssin vastaamalla kysymyksen kieltävästi, vaikkakin hieman epäröiden. Tämän jälkeen ohjaus jatkuu vielä opettajan palautteella (f), josta käy ilmi, että hän hyväksyy oppilaan vastauksen.

Se, että oppilas toteaa kehon lämpötilan olevan 37 astetta, on evidenssiä väitteelle. Kyseessä on nimittäin oppilaan mielestä varma tieto, joka todistaa väitteen oikeaksi. Kyse ei ole selityksestä, sillä se ei ole väitteen kausaalinen aiheuttaja tai yleinen ilmiö, josta väite olisi yksittäistapaus.

4. onnistunut tilanne (3. tunti, opettaja ohjaa pienryhmää):

[Väite, johon evidenssi esitetään: Kun helteisenä kesäpäivänä on ollut uimassa ja nousee vedestä, niin tulee kylmä, koska iholla oleva vesi alkaa haihtua.]

Opp.1: Mu ku tässä on nyt pieni ongelma.

OPE: No (k)?

Opp.1: *Ku me oltiin tekemäs tätä ekaa tehtävää, ni me päätettiin tehdä se silleen, et ku me saatiin meiän mielestä oikee vastaus, mut me ei osattu perustella tarkkaan, miks, ni me perusteltiin, miks ne kaks muuta ei voinu olla se vastaus. Ni meil on nyt tää kakkonen [tehtävä] niinku.*

OPE: *Oikeen hyvä, ei mitään ongelmaa (f). Tietysti, [Opp.1], tuohan perustuu siihen oletukseen, että sun mielestä yks vaan niistä o oikee ja kaks o väärin (e). Mut jos sä meet sillä, ni ookoo, siis tee niin (f). Sillon ei tietenkään tarvi tehdä kakkosta [tehtävää], koska sähän kaupan päälle perustelet ne väärät väittämät vääriksi (h). Sen jälkeen voit vielä yrittää sitä oikeeta oikeeksi (h). – –*

Opettaja ei ennen oppilaan toista puheenvuoroa sano mitään, mikä ohjaisi käyttämään evidenssiä. Kun oppilas on esittänyt evidenssin, opettaja antaa palautetta (f), ja esittää tilanneopetusta (e), mistä ilmenee oppilaan perustelun olevan hyväksyttyä.

Oppilaan evidenssi on poissulkevaa eli se kuuluu epäsuoraan evidenssiin. Hän esittää kilpailevien väitteiden olevan perustellusti väärin, mikä kasvattaa itse väitteen todennäköisyyttä olla totta.

5. onnistunut tilanne (3. tunti, opettaja ohjaa koko luokkaa):

[Väitteet, johon evidenssi esitetään: Kun helteisenä kesäpäivänä on ollut uimassa ja nousee vedestä, niin tulee kylmä, koska tuuli on kylmempää kuin vesi; Tuuli on kylmempää kuin paikallaan oleva ilma.]

- OPE: [Opp.1] (i).
- Opp.1: Nii se tuuli on niinku kylmempää ku se vesi.
- OPE: *Mitäs se tuuli on (a)?*
- Oppilaat [Yhteen ääneen:] *Ilmaa.*
- OPE: *Nii (f).*
- Opp.1: Sitten ku se...
- OPE: Ilman lämpötilahan tässä oli sanottu (c). *Onks sen tuulevan ilman lämpötila eri kuin paikallaan (a)...*
- Opp.2: *Ei.*
- OPE: *Nii, samaa ilmaahan se on (f). Eli tuo ei oikeen käy selitykseksi (e). Hyvä yritys (f). [Opp.3] (i).*
- Opp.3: *Mut eiks esim talvella, jos on niinku kylmä, ja sit jos tuulee, ni se tuntuu iholla kylmemmältä?*
- OPE: *Mmm [myöntävällä äänensävyllä] (f).*
- Opp.4: *Mut tuntuuhan se tuuletinki kylmemmältä se ilma...*
- OPE: *Nii mut onkse silti se ilma kylmempää siinä tuul (a)...*
- Opp.5: *Ei.*
- OPE: *Nii (f). Mut mistä se johtuu, et se tuntuu kylmältä (a)?*

--

Tilanteessa tuli perätysten kaksi evidenssin käyttöä. Aluksi oppilas esittää aiemmalle väitteelle selityksenä väitteen, että tuuli on kylmempää kuin vesi. Opettaja käyttää toisessa, kolmannessa ja neljännessä puheenvuorossaan suoria kysymyksiä (a) sekä selvennystä (c) ja palautetta (f) ohjatessaan oppilaita käyttämään evidenssiä, joka tukee sitä, että oppilaan väite ei pidä paikkaansa. Tämän jälkeen hän vielä antaa palautetta, josta ilmenee oppilaiden vastanneen oikein ja esittää tilanneopetusta (e) esittääkseen johtopäätöksenä sen, että väite ei päde.

Se, että tuulevan ilman lämpötila on sama kuin paikallaan olevan (ja se oli alkuperäisen väitteen mukaan oletettavasti lämpimämpää kuin vesi), on vastakkaista evidenssiä väitteelle, että tuuli olisi kylmempää kuin vesi — sitä pidetään faktana ja se vie pohjaa väitteeltä. Se ei ole selitys, sillä siihen ei viitata yleispätevänä lakina, josta väite yksittäistapauksena seuraisi eikä myöskään ilmiön kausaalisen aiheuttajana (vaikka tietysti onkin yhtenä tekijänä selittämässä lämpötilojen eroa), vaan loogisen ketjun lenkinä: Jos tuuli on ilmaa, ja ilma on lämpimämpää kuin vesi, niin tuuli on lämpimämpää kuin vesi.

Heti tämän jälkeen oppilas 3 yrittää vielä antaa evidenssiä väitteelle, että tuuli kuitenkin olisi kylmempää kuin paikallaan oleva ilma. Opettaja ei millään tavalla ohjannut häntä tähän puheenvuoroon. Tämän evidenssin esittämisen jälkeen opettaja antaa palautetta, jossa hän äänensävyllään myöntää evidenssin olevan todellinen ilmiö. Oppilas 4 antaa vielä lisää evidenssiä sanomalla, että tuulettimenkin ilma on kylmempää, mihin opettaja vastaa tekemällä suoran kysymyksen, joka johdattelee jälleen samaan vasta-evidenssiin kuin edellisessä tapauksessa. Kun oppilaat vastaavat toivotunlaisesti tähänkin, opettaja vielä antaa palautetta.

Oppilaiden 3 ja 4 antamat evidenssit olivat heidän totenapitämiään ilmiöitä maailmasta ja ne tukivat väitettä, ja siksi ne olivat evidenssiä. Ne eivät olleet selitystä, vaikka olivatkin yleisen ilmiön kuvailua (ei vain oppilaan havaitsemalla kerralla eräänä talvena vaan yleisesti talvella; ei vain esimerkiksi oppilaan kotona oleva tuuletin yhdellä kerralla vaan yleisesti tuuletin), sillä väite ei seuraa niistä jonkinlaisena yksittäisenä tapauksena. Niitä ei myöskään mainittu väitteen aiheuttajana.

6. onnistunut tilanne (5. tunti, opettaja ohjaa koko luokkaa):

[Väite, johon evidenssi esitetään: Kiiltävän metallin värinen takki olisi lämpimin, jos istuu nuotiolla kylmänä talviyönä.]

OPE: No kiiltävät ihmiset (i). Mi, miksi on lämpimintä olla kiiltävässä (a)? Teillä ensin (i).

Opp.1: Aa, öm. *No siis ku se kiiltävä metalli ei ainakaan siinä testissä niin se ei tavallaan päästänyt niin paljon sitä lämpöä sieltä kuutiosta.* Eli tavallaan niinku jos sul on se kiiltävä takki, ni se ei päästä ulkopuolelle sitä tavallaan lämpöä. Mut toisaalta sit mä en usko, et se hyvin tota nuotion lämpöökään päästää sinne takin sisälle, eli toisaalta se on myös tavallaan vähän niinku väärin. Mut jos sä oot vaikka niinku ilman tota nuotioo, niin silloin se ois hyvä, koska silloin se pitäis sen niinku lämmön.

OPE: *Cool (f).* Eli sun mielestä kiiltävä ois hyvä pitämään tämän ihmisen lämmön sisällä, mut ei välttämättä optimi sitten ottamaan tätä nuotion lämpösäteilyä vastaan (c).

Opp.1: Joo.

Oppilas antoi evidenssiä vastauksena opettajan suoraan kysymykseen (a). Opettaja

myös kehotti (i) oppilasta kommentoimaan. Oppilaan puheenvuoron jälkeen opettaja antoi palautetta (f), joka osoitti, että oppilaan puheenvuoro oli hyvä.

Oppilaan evidenssi oli suorastaan klassista luonnontieteellistä evidenssiä: se oli yksittäinen havainto edellisen oppitunnin koejärjestelystä (tai tulkinta tehdystä havainnosta). Havainto tuki oppilaan väitettä. Se ei ollut selitys, sillä havainnolla ei ollut minkäänlaista kausaalista kytköstä väitteenä olevaan asiaan. Se ei myöskään yksittäisenä havaintona tietenkään voinut olla yleistapaus, josta väite olisi yksittäistapauksena seurannut.

7. onnistunut tilanne (5. tunti, opettaja ohjaa koko luokkaa):

[Väite, johon evidenssi esitetään: Mustan värinen takki olisi lämpimämpi kuin valkoinen, jos istuu nuotiolla kylmänä talviyönä.]

OPE: No sano [Opp.1], miten se asia nyt on (b).

Opp.1: Totaa. Mää totaa uskon, tai no ei, siis me uskotaan, että tota musta on tota lämpimämpi ku tuo kiiltävä, öö tota.

OPE: Koska (k)?

Opp.1: *Öö, koska niinku vaikka niinku musta autoki on kesällä paljon lämpimämpi ku tuo öö valkonen auto.*

OPE: *Onks se talvellaki (a)?*

Opp.1: *No on se varmaan talvellaki.*

OPE: [Opp.2] ja [Opp.3] (i).

Oppilas antoi evidenssiä vastauksena opettajan kysyvään toteamukseen (k), jolla tämä pyysi perusteluita. Opettaja johdatteli suoran kysymyksen (a) avulla tämän jälkeen oppilasta parantamaan evidenssiä. Oppilaan kolmannen puheenvuoron jälkeen opettaja ei reagoinut mitenkään vaan kysyi seuraavalta ryhmältä heidän perusteitaan.

Oppilas esitti epäsuoraa evidenssiä: kyseessä oli analogia. Se oli oppilaan varmana, tai ainakin luultavana, pitämä tieto ja se tuki väitettä, jonka mukaan kiiltävä takki olisi lämpimin, kun istuu nuotiolla kylmänä talviyönä.

8. onnistunut tilanne (5. tunti, opettaja ohjaa koko luokkaa):

[Väite, johon evidenssi esitetään: Puhelimen akku menee pilalle sen jäätyessä.]

OPE: Nii, mikäs siellä puhelimessa jäätyy (a)?

Opp.1: Akku.

OPE: No joo (f). Kuoleeks siihen, jos akku jäätyy (a)? *Entäs jos tuol o Mersu kolmenkymmenen asteen pakkasessa, ni sielläki o akku (a)? Meneeks se pilalle (a)?*

Opp.1: *Mersu kestää!*

OPE: *No Mersu kestää kyllä (c).*

Opettaja ohjasi suorilla kysymyksillä (a) oppilaita antamaan evidenssiä, joka liittyy väitteeseen puhelimen akun pilalle menemisestä sen jäätyessä. Kun oppilas antoi opettajan vihjaaman evidenssin, opettaja vielä toisti oppilaan vastauksen.

Kyseessä oli evidenssi, sillä se oli oppilaan varmana pitämä tieto, joka tuki väitettä.

C Toisen oppitunnin tietokortit

Tässä liitteessä esittelen tietokorttien sisältämät tekstit, jotka oppilaille jaettiin toisen oppitunnin aikana. Oppilaille painotettiin, että tietokortit sisältävät tosiasioita, joten niiden totuusarvoa ei tarvitse epäillä. Oppilaita myös ohjeistettiin käyttämään tietokortteja väitteidensä perustelemissa.

Tietokortit sisälsivät seuraavat faktat:

- Lämpötilassa 0 °C jään kiinteä rakenne hajoaa ja jää sulaa vedeksi.
- Lämpötilassa 100 °C vesimolekyylien väliset sidokset katkeavat ja vesi kiehuu vesihöyryksi.
- Ainetta lämmittävä laite, esimerkiksi vedenkeitin, toimii vakioteholla, eli se käyttää koko ajan saman määrän energiaa lämmittämiseen.
- Molekyylien välisten sidosten rikkominen vaatii energiaa.
- Jos lämpötilakuvaajassa on nouseva kohta, aineen lämpötila kasvaa.
- Jos lämpötilakuvaajassa on vaakasuora kohta, aineen lämpötila ei muutu.
- Olomuodonmuutoksen aikana aineen lämpötila ei muutu.
- Kun molekyylien välisiä sidoksia muodostuu tai katkeaa, lämmitysenergiaa ei jää yli lämpötilan muuttamiseen.
- Olomuodonmuutoksessa molekyylien välisiä sidoksia rikkoutuu tai muodostuu.
- Kun ainetta lämmitetään, sen molekyylit alkavat liikkua nopeammin.
- Veden tiheys on suurimmillaan, kun vesi on 4 °C lämpöistä.
- Etanolin kiehumispiste on 78 °C.