

Pedagogisten yhteyksien muodostus lukion mekaniikan oppitunneilla

Pro gradu -tutkielma

Tekijä:

Jarkko Kuula

Ohjaaja:

Jouni Viiri

29. toukokuuta 2016

Fysiikan laitos
Jyväskylän yliopisto

Tiivistelmä

Kuula, Jarkko

Pedagogisten yhteyksien muodostus lukion mekaniikan oppitunneilla

Pro gradu -tutkielma

Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto, 2016, 44 sivua (liit. 5 sivua)

Tämän Pro Gradu-tutkielman aiheena on pedagoginen yhteyksien muodostus lukion mekaniikan oppitunneilla. Pedagogisessa yhteyksien muodostuksessa on kyse opettajan ja oppilaiden tekemistä yhteyksien muodostuksista ideoiden ja asioiden välille luokkahuoneen vuorovaikutustilanteissa. Tutkielman alussa esitellään ensin tarkemmin pedagogisen yhteyksien muodostuksen teoreettisen viitekehyksen ja siihen liittyvää kirjallisuutta.

Tutkimuksessa analysoitiin kvalitatiivisena sisällönanalyysinä neljää videoitua lukion mekaniikan oppituntia. Opettajan ja oppilaiden dialogia ja toimia luokkahuoneessa analysoitiin tarkasti ja määritettiin oppitunneilla havaittavat pedagogiset yhteyksien muodostukset ja niiden ajankohdat oppituntien aikana.

Tutkimuksen keskeisin tulos on se, että tutkituilla oppitunneilla havaittiin paljon oppilaiden tekemiä yhteyksien muodostuksia sekä opettajan tekemiä yhteyksien muodostuksia tukevia toimia. Tutkielman perusteella pedagogista yhteyksien muodostusta tulisi tutkia lisää, jotta sen vaikutus oppimistuloksiin tarkentuisi.

Avainsanat: Pedagoginen yhteyksien muodostus, käsitteellinen tieto, opetus

Sisältö

1 Johdanto	1
2 Kirjallisuuskatsaus	3
2.1 Sosiokulttuurinen näkökulma oppimiseen	3
2.2 Luokkahuoneen dialogi	4
2.3 Jatkuvuus ja aikaskaalat opetuksessa	5
2.4 Pedagogisten yhteyksien muodostaminen	6
2.4.1 Tietotason rakentamisen tukeminen	6
2.4.2 Jatkuvuuden edistäminen	8
2.4.3 Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen . . .	9
3 Tutkimuskysymykset	11
4 Tutkimuksen kulku ja tutkimusmenetelmät	13
4.1 Tutkimusaineisto ja tutkimuksen toteutus	13
4.2 Tulosten analysointi käytännössä	13
5 Tulokset	15
5.1 Kuvaajien tulkinta	15
5.2 Ensimmäinen oppitunti	15
5.3 Toinen oppitunti	22
5.4 Kolmas oppitunti	25
5.5 Neljäs oppitunti	30
6 Vastaukset tutkimuskysymyksiin	37
7 Pohdintaa ja ehdotus lisätutkimukseen	41
Kirjallisuutta	43
A Liite	45

1 Johdanto

Tässä tutkielmassa tutkin pedagogista yhteyksien muodostusta lukion mekaniikan oppitunneilla. Pohjan tutkimukselle loi Scott, Mortimer ja Ametller [12], jotka kehittivät pedagogisten yhteyksien muodostamisen käsitteistön ja viitekehysten. Tutkielmassani analysoin tätä oppitunnin vuorovaikutustilanteissa tapahtuvaa pedagogista yhteyksien muodostusta kvalitatiivisena sisällönanalyysinä.

Pedagogisella yhteyksien muodostamisella tarkoitetaan opettajan ja oppijoiden tekemiä yhteyksiä uusien ja olemassa olevien ideoiden välille. Lähtökohtana tälle on konstruktivismin perusoletus siitä, että oppija muodostaa yhteyden olemassa olevan tietonsa ja uusien ideoiden välille. Jotta tämä toteutuisi mahdollisimman hyvin, täytyy opettajan ottaa yhteyksien muodostaminen huomioon sosiaalisella tasolla tukeakseen oppilaita muodostamaan yhteyksiä itselleen yksilöllisellä tasolla.

Yhteiskunnassa on olemassa erilaisia sosiaalisia kieliä ja oppilaille tuleekin opettaa tieteen kieli [11]. Luokkahuoneen dialogissa opettajan tehtävänä on auttaa oppilaita yhdistämään tieteen kielellä opetetut asiat omiin puhekielisiin ajatusmalleihinsa. Alexanderin [1] mukaan puhe on aliarvostettua ja hän korostaa dialogin merkitystä opetuksessa. Pedagogisen yhteyksien muodostuksen viitekehys tarjoaakin hyvän työkalun dialogin analysointiin.

Luvussa 2 käsittelen tarkemmin kirjallisuutta, joka on toiminut tutkimuksen innoittajana ja pedagogisen yhteyksien muodostuksen lähtökohdaksi. Tärkeimpänä lähteenä tässä luvussa olen käyttänyt lähdeä [12]. Lisäksi luvun lopussa esittelen tarkemmin pedagogisen yhteyksien muodostuksen eri tyypit, jotka voidaan jaotella kolmeen eri päätyyppiin: tietotason rakentamisen tukemiseen, jatkuvuuden edistämiseen sekä emotionaalisen sitoutumisen kannustamiseen.

Luvussa 3 esittelen tutkimuskysymykset, joihin vastaan luvussa 6. Luvussa 4 esittelen tarkasti tutkimuksen kulun, aineiston sekä tutkimusmenetelmät käytännössä. Tutkimuksen tulokset analysoin luvussa 5 taulukoiden ja kuvaajien avulla sekä esittelen analysointia käytännössä oppitunneilta otettujen episodien avulla. Tutkielman viimeisessä luvussa esitän ehdotelman mahdolliselle lisätutkimukselle, jonka avulla voitaisiin tarkentaa pedagogisten yhteyksien muodostuksen merkityksen oppimistuloksille.

2 Kirjallisuuskatsaus

Tässä luvussa esittelen aiempia tutkimuksia, jotka ovat luoneet pohjan tälle tutkimukselle ja joihin tämänkin tutkimuksen runko perustuu. Kirjallisuuskatsauksen merkittävimmän työn tein kandidaatintutkielmassani [5]. Siinä esittämäni ajatukset ja selitykset ovat oleellisin osin tarpeellisia tietää, jotta lukija ymmärtää tämän tutkimuksen motivaation ja tämän tutkielman sisällön. Tästä syystä olenkin ottanut suurempia kokonaisuuksia siitä osaksi tätä lukua.

2.1 Sosiokulttuurinen näkökulma oppimiseen

Vygotskyn perusoletus kehityksestä ja oppimisesta on se, että yksilön korkeammat henkiset toiminnot pohjautuvat sosiaaliseen vuorovaikutukseen [14]. Sosiaaliselta tasolta saadut käsitteelliset työkalut sisäistyvät ja niiden käyttö mahdollistuu yksilön henkilökohtaisella tasolla. Kieli mahdollistaa tieteellisistä käsitteistä puhumisen ensin sosiaalisella tasolla muiden ihmisten kanssa sekä sen jälkeen niiden yksilöllisen pohtimisen. Keskeistä tälle näkemykselle on kielen ja ajattelun jatkuvuus. Kieli tarjoaa työkalut sekä ajatusten harjoittamiseen että niiden käyttöön sosiaalisella tasolla [11].

Vygotskyn oletus on kuitenkin vajavainen, sillä se ei ota huomioon sosiaalisen tason eri muotoja. M. M. Bakhtinin mukaan yhteiskunnan eri osissa diskurssilla on eri muotoja ja hän kutsuu näitä sosiaalisiksi kieliksi [3]. Esimerkiksi eri ikäryhmissä, ammattikunnissa ja maantieteellisillä alueilla on omanlaisensa kieli ja tämä kieli määrittää sen, mitä jokainen pystyy ilmaisemaan. Myös luonnontieteissä on muodostunut oma kielensä, joka on muodostunut pikkuhiljaa luonnontieteilijöiden vuorovaikuttaessa keskenään. Siinä on omat vakiintuneet käsitteensä ja rakenteensa, joiden avulla ympäröivää maailmaa ja sen ilmiöitä voidaan kuvailla mahdollisimman tarkasti ja siten, että kaikki yhteisön sisällä voivat tulkita käsitteet yksikäsitteisesti.

Oppitunneilla hyväksytään tavallisesti vain tarkka tieteellinen kieli puhuttaessa käsitteistä ja ilmiöistä. Oppilaat käyttävät kuitenkin suurimman osan ajasta omaa normaalia puhekieltään, jossa asioita ei aina sanota tarkan tieteellisesti. Puhekielessä esimerkiksi voimasta ja energiasta puhutaan

hyvinkin erilailla kuin fysiikan oppitunnilla ja monet vakiintuneet ilmaukset eivät fysiikan näkökulmasta pidä paikkaansa. Leach ja Scott toteaakin, [11] että tiede tarjoaa vaihtoehtoisen näkemyksen jokapäiväisessä käytössä olevalle puhekielille ja luonnontieteiden opetuksessa onkin oleellista opettaa oppilaat puhumaan luonnontieteiden kieltä.

Kun opetettava asia opetetaan tieteen kielellä, oppilaiden täytyy tulkita ja sisäistää se yhdistäen sen jo oppimiinsa käsitteisiin ja ajatusmalleihinsa. Oppilaat yrittävät siis ymmärtää uutta opetusta omien ennakkokäsitystensä kautta ja sovittaa uuden ja vanhan tiedon toisiinsa. Opettajan tehtävänä on siis auttaa oppilaita ymmärtämään ero tieteen käsitysten ja omien ennakkokäsitystensä välillä ja muodostamaan yhteys oppilaiden omien puhekielisten ajatusmallien ja tieteellisten selitysten välille

2.2 Luokkahuoneen dialogi

Viime vuosina on tutkittu paljon luokkahuoneessa käytävää dialogia. Koulussa oppiminen on pitkäkestoinen prosessi ja puhe luokassa on tärkeässä roolissa opetuksessa, mutta puheen merkitys opetuksessa on Alexanderin mukaan pitkään ollut ainakin Englannissa aliarvostettua [1]. Puhe on käytännössä kaikille ihmisille luontaista ja helppoa, mutta myös katoavaista mikäli sitä ei tallenneta ja osittain tästä syystä sen arvostus ei ole ollut tarpeeksi korkealla. Puhe on edelleen ihmiskunnan pääasiallinen kommunikointimuoto ja jo pelkästään siksi sen nostaminen opetuksen analysoinnin keskipisteeksi on tärkeää. Varsinkin puhuttu kieli rakentaa tehokkaasti yhteyksiä aivoihin kielen ollessa erottamaton osa ajatusten kehitystä.

Alexander [1] korostaa dialogin merkitystä opetuksessa ja nostaa sekä tärkeimmäksi että haastavimmaksi aspektiksi siinä sen kumulatiivisuuden. Kumulatiivisessa opetuksessa oppilaat ja opettaja muodostavat omistaan ja toistensa ideoista yhtenäisiä ajatusketjuja työstäen niitä yhdessä, rakentaen niistä jatkuvan ja yhtenevän kokonaisuuden. Kumulatiivisuus vaatii opettajalta paljon: hyvää ammattitaitoa, aineenhallintaa ja ymmärrystä jokaisen oppilaan kyvyistä ja senhetkisestä tietotasosta. Opettajan pitäisi arvioida, mitä oppilaat sanovat ja vastata juuri sopivasti, jotta oppilaiden ajattelu kehittyisi. Alexanderin mukaan opettajat pyrkivät nykyisin antamaan vastauksen oppilaiden kysymyksiin tai esittämään vastakysymyksen lähes välittömästi. Alexander kuitenkin suosittelee, että opettajat pysähtyisivät välillä pohtimaan vastaustaan ja myös sanoisivat oppilailleen tarvitsevansa hieman mietintäaikaa. Näin oppilaat kokisivat, että heidän kysymyksensä otetaan vakavasti ja opettaja on oikeasti miettinyt huolella

kuinka parhaiten vastaa oppilaan kysymykseen.

2.3 Jatkuvuus ja aikaskaalat opetuksessa

Mercerin [7] mukaan oppilaan keskustelu opettajan ja muiden oppilaiden kanssa on luultavasti tärkein tapa varmistaa, että opetustilanteet edistävät oppilaan ymmärrystä oppiaineesta kokonaisuutena. Hän pitääkin tärkeänä analysoida luokkahuoneiden dialogia, jotta ymmärrettäisiin, kuinka luokan yhteinen tietämys rakentuu ajan kuluessa, sillä opetus ja oppiminen riippuvat siitä merkittävästi. Pidemmällä aikavälillä voidaan tutkia oppilaiden ideoiden muuttumista, kun he vuorovaikuttavat muiden oppilaiden ja opettajan kanssa. Vuorovaikutustilanteita tutkittaessa olisi hyvä aina tietää mitä ennen tilannetta on tapahtunut ja mitä tilanteesta seuraa. Lisäksi olisi hyvä tietää, mitä opettaja oletti tilanteesta seuraavan, ja mitä oppilaat siitä oppivat. Jos opetustilanteita käsitellään irrallisina tapahtumina, niiden analysointi ei voi olla täydellistä, vaan jopa virheellistä. Opetuksen dialogien seuraaminen ja datan keräys pidemmällä aikavälillä on kuitenkin aikaa vievää ja saadun datan analysointi on haastavaa.

Tiberghien, Crossin ja Sensevyn [13] mukaan oppilaiden tietämyksen rakentumisen jatkuvuus on hyvin tärkeä tekijä oppimisessa. Oppilas voi näin rakentaa tietämystään aikaisemmin varmistettujen tietojen varaan ja väliin ei jää aukkoja, jotka aiheuttaisivat epävarmuutta ja mahdollisia väärinkäsityksiä oppimisessa.

Myös Myhillin [10] mukaan "opettajan tärkein tehtävä on mahdollistaa yhteyksien muodostumisen ennestään tiedetyn ja uuden tiedon välille sekä tiedostaa, kuinka oppilaan aiempi tietämys voi vaikuttaa siihen, kuinka hän reagoi uuteen tietoon tai ideoihin". Hän on tutkinut, kuinka opettajat käyttivät oppilaiden aiempaa tietämystä hyväksi opetuksessaan, ja kuinka he yhdistivät sen uuteen tietoon. Koska ihmisten työmuistin määrä on hyvinkin rajallinen sisältäen kerrallaan noin seitsemän asiaa, on paljon kannattavampaa yhdistää opetuksessa uusi tieto jollain tavoin aiemmin opittuun jo pitkäkestoisessa muistissa olevaan asiaan. Myhillin tutkimuksen mukaan opettajat keskittyivät enemmän siihen, mitä opetussuunnitelman mukaan on aiemmin opittu, eikä siihen mitä oppilaat todellisuudessa tiesivät. Opettajat eivät esimerkiksi tiedostaneet oppilaiden oppineen joitain asioita koulun ulkopuolelta ja aiemmin opitun tiedon hyödyntäminen jäi hyvin vajavaiseksi. Lisäksi oppilaiden aiemmin opitun tiedon selvittäminen antaa mahdollisuuden selventää mahdollisia väärinkäsityksiä

2.4 Pedagogisten yhteyksien muodostaminen

Pedagogisen yhteyksien muodostamisella tarkoitetaan opettajan ja oppijoiden tekemiä yhteyksiä uusien ja olemassaolevien ideoiden välille. Lähtökohtana tälle on konstruktivismin perusoletus siitä, että oppija muodostaa yhteyden olemassaolevan tietonsa ja uusien ideoiden välille. Jotta tämä toteutuisi mahdollisimman hyvin, täytyy opettajan ottaa yhteyksien muodostaminen huomioon sosiaalisella tasolla tukeakseen oppilaita muodostamaan yhteyksiä itselleen yksilöllisellä tasolla.

Scott ym. [12] ovat jakaneet pedagogiset yhteyksien muodostukset kolmeen eri päätyyppiin: Tietotason rakentamisen tukeminen, jatkuvuuden edistäminen ja kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen. Seuraavissa kappaleissa esittelen nämä tarkemmin.

2.4.1 Tietotason rakentamisen tukeminen

Erilaisten käsitteellisten tietojen rakentumisen tukemiseen voidaan käyttää useita lähestymistapoja. Scott ym. ovat tunnistaneet niitä kuusi erilaista.

Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita

Arkitieto perustuu välittömiin havaintoihin ja kokemuksiin. Tieteellinen tieto on tutkittua ja analysoitu ja se tuo arkitietoon uusia ulottuvuuksia ja korjaa väärinkäsityksiä, mutta ei välttämättä aina ole ristiriidassa arkitiedon kanssa. Esimerkiksi nopeus ymmärretään yleisesti tietyn matkan kulkemisena tietyssä ajassa. Kun arki- ja tieteellinen ovat samoja, opettajan tehtävä on pyrkiä luomaan yhteyksiä arkitiedon ja tieteellisen tiedon välille sekä integroida tiedot toisiinsa. Mikäli arkitieto ja tieteellinen tieto poikkeavat toisistaan, opettajan täytyy vastaavasti erottaa arkikäsitys ja tieteellinen käsitys toisistaan ja korjata oppilaiden väärä käsitys asiasta.

Yhteyksien muodostaminen eri tieteellisten käsitteiden välille

Kun yritetään ymmärtää käsitteellistä tieteellistä tietoa, täytyy ymmärtää kuinka eri käsitteet liittyvät toisiinsa. Hyvänä esimerkkinä tästä on Newtonin mekaniikka, jossa yksinkertaiseen kappaleen liikkeen ymmärtämiseen tarvitaan useita käsitteitä.

Jos esimerkiksi tarkastellaan kappaleen liikettä kaltevalla tasolla, täytyy miettiä kappaleen massaa ja siihen kohdistuvia *voimia*. Kappaleeseen kohdistuvan *painovoiman*, *pinnan tukivoiman* ja *kitkavoiman* muodostaman *nettovoiman* ollessa erisuuri kuin nolla kappale *kiihtyy* tai *hidastuu*.

Kappaleella on tietty *nopeus* tietyllä ajanhetkellä ja sen seurauksena myös *liikemäärää*. Kun käsitteen saa jäsenneltyä päässään osaksi suurempaa yhtenäistä kokonaisuutta, yksittäiset käsitteet kokonaisuuden sisällä on helpompi käsittää. Nämä kaikki käsitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja kokonaisuuden syvempi ymmärrys mahdollistaa kappaleen liikkeen muutoksen ennustamisen, kun yhtä näistä muuttujista muutetaan. Opettajan tehtävä on osoittaa oppilaille, kuinka tämä yhteyksien verkko muodostuu ja yhdistää uusi käsite aina aiemmin opittuihin käsitteisiin opetuksessa.

Tieteellisten selitysten ja tosielämän ilmiöiden yhdistäminen

Kun käsitteet yhdistetään tosielämän ilmiöihin, ne jäävät paremmin oppilaiden mieleen, eivätkä ne jää vain abstrakteiksi käsitteiksi. Luonnontieteiden opetuksessa tämä on aina ollut keskeisessä roolissa. On kyse sitten biologian kala-aiheisesta opetustilanteesta ja luokassa olevasta akvaariosta tai fysiikan tunnista mielenkiintoisen demonstraation äärellä, konkreettinen tekeminen ja omin silmin näkeminen auttaa oppilaita luonnontieteiden ymmärtämisessä ja uuden tiedon muistiinpainamisessa.

On lukemattomia erilaisia tapoja tuoda ilmiöt esille oppitunnilla. Oppilaat voidaan esimerkiksi viedä opintoretelle tiedekeskus Heurekaan tai puhuttaessa ääniaalloista opettaja voi yhtäkkiä läimäyttää pöytää, jolloin oppilaiden huomio kiinnittyy opettajaan ja opettaja voi selittää, miten ääni läimäytyksestä syntyi sekä kuinka oppilaat lopulta kuulivat sen.

Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen

Oppitunnilla käsiteltävät asiat voidaan esittää muun muassa matemaattisesti, graafisesti tai verbalisesti. Oppilailla voi olla hyvinkin suuria vaikeuksia yhdistää näitä eri esitysmuotoja toisiinsa. Opettajan täytyy auttaa oppilaita liikkumaan esitysmuodosta toiseen ja ymmärtämään ne.

Eri mittakaavojen ja esitystasojen välillä liikkuminen

Johnstone [4] esitti, että opettaja selittää ilmiöt käyttäen makroskooppista, mikroskooppista tai symbolista esitystasoa. Symboliseen tasoon kuuluvat esimerkiksi kaavat ja kuvaajat, kuten ilman pVT -käyrä, mikroskooppiseen tasoon esimerkiksi yksittäisistä kaasumolekyyleistä puhuminen ja makroskooppiseen tasoon esimerkiksi ilmiöt kuten tuuli. Johnstonen mukaan oppitunnin aiheen seuraaminen hankaloituu ja siten oppilaiden kyky keskittyä vaikeutuu, mikäli asiasta puhutaan kaikilla kolmella tasolla samanaikaisesti. Opettajan täytyisi tällöin käsitellä korkeintaan kahta tasoa

yhtä aikaa, jotta oppilaat pysyvät paremmin mukana opetuksessa. Lopuksi opettajan tulee pyrkiä muodostamaan yhteydet kaikkien kolmen tason välille.

Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla

Analogiat ovat perinteinen tapa tehdä hankalista asioista helpommin ymmärrettäviä. Puhuttaessa esimerkiksi eri atomimalleista opettaja voi Bohrin mallia kuvaillessaan käyttää siihen analogiaa aurinkokunnasta: Planeetat kiertävät aurinkoa kiertoradoillaan aivan kuten elektronit kiertävät atomiytimen ympäri.

2.4.2 Jatkuvuuden edistäminen

Tieteellisen tarinan kehityksen ylläpitämisen on todettu olevan erittäin tärkeää opetuksessa [9]. Mortimer ja Scott määrittelevät sen “Avautuvan tieteellisen tarinan kommentoinniksi ja oppilaiden avustamiseksi siinä, kuinka opetettava asia liittyy laajempaan opetussuunnitelmaan”. Oppilaiden on myös hyvä pystyä kertomaan aiemmista kokemuksistaan ja yhdistämään ne uusiin ideoihin [6]. Luokkahuoneessa pedagogista yhteyksien muodostusta jatkuvuuden edistämiseksi voi toteuttaa esimerkiksi palaamalla aiemmilla oppitunneilla käsiteltyihin aiheisiin tai luomalla pohjaa tuleville tunneille. Kun oppimisessa pyritään syvempään ymmärrykseen, pyritään asia yhdistämään jopa kaikilla aiemmin esitetyllä kuudella tavalla oppijan aiempiin tietoihin. Niinpä asiat esitetäänkin kouluissa pidemmällä aikavälillä ja osissa. Asioista esitellään tyypillisesti ensin yksinkertainen malli, johon palataan myöhemmin lisäten siihen uusia yksityiskohtia. Opettajan täytyy pyrkiä pitämään tieteellinen tarina jatkuvana ja yhdistämään uudet opettavat asiat jo aiemmin opetettuun selkeästi, vaikka siitä olisikin puhuttu viimeksi edellisenä lukuvuonna.

Scott ym. ovat havainneet kaksi eri lähestymistapaa jatkuvuuden edistämiseksi: tieteellisen tarinan kehittämisen ja luokkahuoneen aktiviteettien ohjaaminen. Scott on myös määritellyt kolme eri aikaskaalaa: makro-, meso- ja mikroskaala. Makroskaalassa puhutaan kuukausien tai jopa vuosien aikavälistä, mesoskaalassa on kyse päivien tai viikkojen aikavälistä eli tyypillisesti puhutaan eri oppitunneista ja mikroskaalassa esimerkiksi voidaan viitata aikasemmin samalla oppitunnilla esille tulleisiin aiheisiin.

Tyypillinen tapa tieteellisen tarinan kehittämiseen on aikaisemmin opettujen asioiden muistelu. Opettaja voi esimerkiksi kysellä oppilailta mitä he muistavat aiheesta opetetun edellisenä lukuvuonna (makroskaala), mi-

tä viime oppitunnilla tehtiin (mesoskaala) tai hän voi palata uudestaan oppilaan tunnin alussa esittämään kysymykseen (mikroskaala).

Luokkahuoneen aktiviteettien sujuva ohjaaminen ja oppitunnin sopiva rytmitys on myös esimerkki jatkuvuuden edistämisestä. Tällä mikroaikaskaalan toiminnalla opettaja ei esitä yleensä uusia käsitteitä, vaan ainoastaan ohjaa oppilaat seuraavan aktiviteetin pariin.

2.4.3 Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen

Tunteet ja yleinen mieliala oppilaille yksilöinä ja luokkakokonaisuutena ovat merkittävässä osassa oppitunnilla oppimisessa ja yleensäkin kaikissa ihmisten toimissa, jolloin niiden huomiointi opetuksessa on tärkeää. Opetusta voidaan lähestyä emotionaaliselta kannalta kahdella eri tavalla: keskittymällä oleelliseen tietoon ja yleiset lähestymistavat

Kun johonkin asiaan liitetään jokin tunne, sen muistaa yleensä paremmin. Tästä syystä opetuksessa onkin hyvä käyttää tehokeinona tunteisiin vetoavia esimerkkejä. Jos esimerkiksi merellä sattuvista öljyonnettomuuksista puhuttaessa mainitsee öljyyn juuttuvat eläimet, jää asia varmasti paremmin mieleen, kuin jos sanoisi vain öljyn leviävän mereen. Myöskin näyttävät demonstraatiot fysiikan tunnilla perustuvat osittain tähän. Jos demonstraatio on oppilaiden mielestä erityisen hieno, se jää varmasti heidän mieleensä. Mikäli oppilaita pyytää vielä ennustamaan demonstraation lopputulosta etukäteen, he keskittyvät vieläkin tarkemmin, sillä he haluavat nähdä, olivatko he oikeassa.

Oppimisen kannalta on hyvä asia, kun oppilaille muodostuu positiivisia mielikuvia opetettavasta aiheesta. Kun puhutaan esimerkiksi seiskaluokkalaisten ensimmäisistä fysiikan tunteista, voidaan mielestäni jopa sanoa, että positiiviset mielikuvat fysiikasta ovat tärkeämpiä kuin itse asian oppiminen. Yleinen motivaatiotaso on hyvin tärkeä osa oppimista ja sitä on pyrittävä parantamaan aina kun mahdollista. Alexanderin [2] mukaan ei kuitenkaan pidä sortua tyypilliseen yleiseen jokaisen vastauksen kehumiseen riippumatta vastauksen laadusta.

3 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymyksiksi tutkimuksessa muodostui aiheen kirjallisuuden innoittamana tarkemmin esitettynä seuraavat kysymykset:

1. Kuinka paljon ja minkä tyyppisiä yhteyksien muodostuksia oppituntien aikana voidaan havaita?
2. Miten havaitut yhteyksien muodostukset sijoittuvat ajallisesti oppitunneille?
3. Miten opettajan ja oppilaiden tekemät yhteyksien muodostukset eroavat toisistaan ja mitä näistä eroavaisuuksista voidaan päätellä?

4 Tutkimuksen kulku ja tutkimusmenetelmät

4.1 Tutkimusaineisto ja tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen aineisto koostuu neljästä videoidusta oppitunnista lukion mekaniikan kurssilta. Opettaja on arvostettu ja hyvänä pidetty opettaja. Tutkimuksen kohteena on oppitunneilla tapahtuva pedagoginen yhteyksien muodostaminen ja sen tukeminen. Oppitunnit videoitiin siten, että videokameralla keskityttiin kuvaamaan opettajan toimintaa ja opettajalla oli oma mikrofoni, jotta hänen puheensa kuului varmasti selkeästi.

Alunperin videointien avulla oli tarkoitus tutkia lähinnä opettajan toimintaa, mutta tässä tutkimuksessa on analysoitu myös oppilaiden puhetta. Tästä johtuen osa oppilaiden vastauksista ei kuulu kovin hyvin videolta, mutta suurin osa puheesta kuuluu riittävän selkeästi. Valitettavasti kaikista oppilaiden vastauksista ei kuitenkaan saanut selvää. Oppituntien kuvauksen toteutus ei ole minun tekemäni, mutta saatua materiaalia ei ole kuitenkaan aiemmin analysoitu ollenkaan.

Taulukko 4.1: Videoidut ja analysoidut oppitunnit

Oppitunti	pvm	Oppitunnin aihe
1	6.2.2003	Tasainen ja hetkellinen nopeus
2	13.2.2003	Paikka- ja nopeuskuvaajien tulkinta
3	19.2.2003	Tasainen kiihtyvyys
4	26.2.2003	Impulssi

4.2 Tulosten analysointi käytännössä

Tutkimusmateriaalin analysointi on luonteeltaan pääosin kvalitatiivista sisällön analyysiä. Videoidut oppitunnit on ensin litteroitu tarkempaa analyysiä varten huolellisesti. Litteroidut oppitunnit on koodattu käyttäen laatimaani koodaustaulukkoa, joka löytyy liitteestä A.

Koodauksessa oppituntien litterointeihin on merkattu pedagogiset yhteydenmuodostukset taulukkoon siten, että jokaista erityyppistä yhteyden muodostusta vastaa tietty numero. Lisäksi taulukkoon on merkitty jokaisen puheenvuoron ajanhetki ja jokaisen yhteyden muodostuksen kohdalle on merkitty onko kyseessä opettajan vai oppilaan tekemä yhteyden muodostus. Kuvankaappaus taulukkolaskentaohjelmasta löytyy kuvasta 4.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O						
	Pedagogisten yhteyksien muodostaminen														Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen						
	Tietotason rakentamisen tukeminen											Jatkuvuuden edistäminen									
	Kansainvälinen ja tieteellinen tapa selittää asioita			Yhteyksien muodostaminen eri tieteellisten käsitteiden välille			Tieteellisten selitteiden ja tosielämänsä ilmiöiden yhdistäminen			Eri mittakaavojen ja esitysmuotojen välinen yhdistäminen		Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla		Tieteellisen tarinan kehittäminen		Luokkahuoneen aktiviteettien ohjaaminen		Oleelliseen tietoon keskittyminen		Yleiset toimintatavat	
	aika (min)	opettaja yhdistää	oppilas yhdistää	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
215	3	Opettaja: yhm, mistäs sen näet?		2																	
216	4	Hei! He on suoria. Suoria suoria		2		2		4													
217	5	Opettaja: joo ja mitä vielä?		2						6											
218		Opettaja: kaikissa on tosiaan tasainen liike, mutta																			
218	6	miten, mitä muuta noista vielä vois sanoa?		2																	
219	7	Hei! Mitä jyrkempi se on, sitä suurempi nopeus		2,5		2		4		6											
		Opettaja: just, mikäs sitten, millä te saatte määrättyä nyt sen nopeuden, jos kerta ollaan tultu siihen tulokseen, että mitä jyrkempi suora, sitä suurempi																			
220	8	nopeus? Nestori!		2,5	1			4													
221	9	Nestori: kulumakertoimella		3		2		4													
		Opettaja: okei, vaikkapa tänne näin ... jos teidän pitäisi piirtää nämä ... merkitään näin, että A B C, tälläsen koordinaatistoon ... niin mites se tapahtuis? Tehkää sel ... no laittakaa nyt myös noi A, B:t ja C:si ihmeikin, että nähdään, että onko se mennyt asia perille! ... käy Tuuli! teidänssä tonne ... eiäs ihan vielä mee, minikä takia sä pistit nyt																			
222	10	vaakasuojaan ne?		3		2		4													
223	11	Tuuli: koske tuossahan se nopeus ei muutu, koska se on suora		4		2				6											

Kuva 4.1: Kuvankaappaus taulukkolaskentaohjelmasta ja koodauksestani. Kuvan ylälaudassa on lueteltu eri yhteyksien muodostukset, joista jokaista on merkitty omalla numerolla. Kuvan vasemmasta laidasta löytyy litteroidut puheenvuorot, joiden kohdalle on merkitty mahdollinen linkitys omalla numerolla.

Koodauksen tekeminen huolella oli hyvin hidas prosessi, sillä pelkkä litteroinnin tuijottaminen ei todellakaan riittänyt. Jokainen oppilaan puheenvuoro täytyi kuunnella tarkasti kuulokkeilla, jotta se oli varmasti litteroitu oikein. Videoita täytyi katsoa jatkuvasti koodausta tehtäessä myös siitä syystä, että pelkistä puheenvuoroista ei välittynyt kaikki informaatio tapahtumista. Oppitunneilla tehtiin demonstraatioita, joiden kaikkia tapahtumia ei todettu ääneen sekä taululle piirrettyjä kuvaajia tutkittiin ja tulkittiin lähes jatkuvasti. Riittävän informaation saamiseksi videoiden jatkuva läpikäynti oli välttämätöntä.

5 Tulokset

Tässä luvussa esitän analyysin tulokset. Analysoinnin tulokset esitetään taulukoiden ja kuvaajien avulla. Kuvailen ensin lyhyesti oppituntien aiheita ja tapahtumia ja lisäksi olen ottanut oppitunneilta episodeja dialogista, jotta voin tarkemmin esitellä käytännössä oppitunneilla tapahtuvaa pedagogista yhteyksien muodostusta ja sen analysointia. Jokaisen oppitunnin jälkeen esitän taulukoissa yhteyksien muodostuksien lukumäärät, kuinka ne sijoittuvat ajallisesti ja mitkä tekijät näihin tuloksiin vaikuttivat.

5.1 Kuvaajien tulkinta

Koodatuissa taulukoissa jokaiseen puheenvuoron ajanhetki on myöskin kirjattuna ylös. Ajanhetki on merkitty minuutteina yhden desimaalin tarkkuudella eli 0,1 min on 6 s. Näistä taulukoista on sitten tehty kuvaajat sekä opettajan että oppilaiden havaituista pedagogisista yhteyksien muodostuksista ajan funktiona.

Jokaista yhteyksienmuodostustapaa on merkitty omalla numerollaan koordinaatiston pystyakselille. Numeroa vastaava yhteyksien muodostus löytyy taulukosta 5.1. Numerointi alkaa numerosta 3, koska numerot 1 ja 2 ovat opettaja yhdistää ja oppilas yhdistää. Kun päätin tehdä erilliset kuvaajat oppilaiden ja opettajien yhdistyksistä, muuttuivat numerot 1 ja 2 turhiksi.

5.2 Ensimmäinen oppitunti

Ensimmäisellä tunnilla oli aiheena kappaleen nopeuteen liittyvät käsitteet kuvaajien avulla esitettynä. Sen jälkeen käytiin läpi, miten kuvaajia tulkitaan ja mitä kaikkea informaatiota kuvaajista oli mahdollista nähdä. Opettaja teki useita yhteyksien muodostusta tukevia tekoja ja oppilaat saivat hyvin kiinni opetuksesta ja muodostivat yhteyksiä asioiden välille. tältä oppitunnilta käsittelen tarkemmin kaksi episodtia.

Taulukko 5.1: Aikakuvaajien merkintöjen selitykset.

Numero	Yhteyksien muodostus
3	Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita
4	Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille
5	Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen
6	Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen
7	Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen
8	Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla
9	Tieteellisen tarinan kehittäminen
10	Aktiviteettien ohjaaminen
11	Oleelliseen tietoon keskittyminen
12	Yleiset toimintatavat

Ensimmäinen episodi:

Oppitunnin aluksi tehtiin lyhyt demonstraatio, jossa kelkan liike ilmaradalla näkyi aika-paikkakoordinaatistossa videotykillä valkokankaalle heijastettuna. Opettaja teki demonstraation yhdessä oppilaan kanssa ja samassa koordinaatistossa näkyi kelkan liike kolmella eri mittaussarjalla.

(1) **Opettaja:** tää oli eka eli äsken mä en ehtiny ja samaan kuvaan, no niin nyt, no hui, nyt jokainen näki, minkämoisia tota täpliä tuonne tuli ja pistetään vielä yksi . . . saat ihan laittaa sellasen, kun haluat, mutta mä tota niin sanon eli nyt . . . no nii, selvä ja sammutapa se puusti sieltä . . . eli siinä on kolme erilaista mittausta ja, ja tota nyt te näitte ton liikkeen tossa ja samalla näitte minkälaiset kuvaajat tonne synty ja nyt tota miettikää hetken aikaa sitä, että mikä yhdistää näitä kuvaajia, mikä ominaisuus ja mikä nimenomaan siihen nopeuteen, liikkeen, et kuinka nopeesti se kelkka liikku. Ja piirtäkää samalla tota niin sinne vihkoon suunnilleen ton näkönen kuvaaja. . . ja eikä suinkaan siis tarvitse laittaa noita numeroarvoja, vaan ainoastaan siis ton näkönen, mikä tässä nyt on sitten, nyt varmaan rupee olemaan ne kuvat siellä, niin miettikää, että minkälaisesta liikkeestä noin suunnilleen tässä oli kyse . . . ja voitte niin ku porukalla siellä rauhasa miettiä. Eli minkälaista liikettä tuo on? . . . joo

(2) **Oppilas:** joo, se on aika tasasta

(3) **Opettaja:** mistäs päättelet?

(4) **Oppilas:** no, no näkeehän tuon suoraan ?? suorassa rivissä nuo pisteet tuossa

(5) **Opettaja:** suorassa rivissä, tän hmmm

- (6) **Oppilas:** voi siinä pikkusen olla sitä heitto kylläkin, suunnilleen oikein
- (7) **Opettaja:** joo, mitähän tossa nyt vois tehdä, että niin ku näkis, että, onko ne suorassa rivissä? Siihen vois esimerkiksi yrittää piirtää suoran ja kattoo, no kokeillaanpa ihan, kun tässä kerran se voidaan tehdä, niin mitä tapahtuu
- (8) **Tuuli:** ???
- (9) **Opettaja:** joo, pannaas tosta noin ja tosta noin, aika hyvin näyttäs ainakin tossa sattuvan. Näette, että ei ehkä ihan tasan tarkkaan, siellä on pikkusen niin kun, se ei kulje noitten pallukoiden keskeltä, jokaisen keskeltä. Katotaanpa sitten tota, otetaan tosta toi musta, mustat pisteet . . . näyttäs että ehkä vielä vähän heikommin sattuu kohdalle, tos on pikkusen tollasta niin kun käyryyttä, mutta, totta kyllä tää itse asiassa suhteellisen hyvin kuvaa sitä tasaista liikettä ja tota tää oikeestaan myös tuo esille sen tään meidän esityksen yhden luonteen eli täähän on tietynlainen malli eli se liike ei aivan just ja tarkkaan ole tasaista, mutta me voidaan hyvin kuvata sitä tällaisella tasaisen liikkeen mallilla. Minkähän takia se tasaisen liikkeen malli on todella kätevä? Tuuli!
- (10) **Tuuli:** sitä voi verrata esimerkiksi kiihtyvään liikkeeseen ?? jos se mennee tälleen niin ku näin päin ???
- (11) **Opettaja:** joo, voi verrata eli siis ikään kuin luokitella, just, mikäähän muu siinä vielä on, joka kyllä tässä, kyllä tään tunnin aikana tulee selväksikin, miksi toi tasainen liike on kätevä käyttää monissa, vaikka se nyt ei ihan niin tasasta olisikaan. Katri!
- (12) **Katri:** ???
- (13) **Opettaja:** muistatko, mitä asioita siihen, miten tosta esimerkiksi laskettais nyt se
- (14) **Katri:** ??? paikka jaettuna ajalla
- (15) **Opettaja:** nopeus saadaan silleen, että paikka jaettuna ajalla, okei, ja nyt palataan tähän kuvaan, mitäs tässä nyt siis vastais sitä nopeutta? . . . huomaatte, että täällä on aika-akseli, tuolla paikka-akseli ja eli tässä ei suoraan sitä nopeutta tosta kuvaajassa siis lue missään, mutta mistä sen nyt saa sen nopeuden? Te ootte kyllä jo sitä oikeestaan aika moni ehdotelleet, mutta otetaan se nyt ihan niin ku tarkasti. Ilkka!
- (16) **Ilkka:** suoran jyrkkyys lasketaan, mitä jyrkempi se on, nii sitä suurempi se nopeus on
- (17) **Opettaja:** okei, hyvä, siis mitä jyrkempi suora, sitä suurempi on nopeus. No, mikä taas sitten vastaavasti tuosta suorasta, siis kun me saadaan suoralle tietty yhtälö, niin mikä suoran yhtälössä vastaa sitä, että kuinka jyrkkä se on, eli nyt mennään pikkusen niin ku matematiikan puolelle? ..

teil on kaikilla varmaan ollu kyllä tää, että et miettikää, miettikää, niin saatte jonkin näkösen yhteyden näihin asioihin. Nestori!

(19) Nestori: kulmakerroin

Kohdassa (1) opettaja pyytää oppilaita miettimään mikä kelkan nopeuteen liittyvä asia yhdistää kaikkia kolmea mittaussarjaa. Oppilaat yrittävät siis yhdistää todellisen kelkan liikkeen sen esitykseen kuvaajien avulla ja sen jälkeen kuvailla sitä omin sanoin. Kohdassa (2) oppilas yhdistää kuvaajat tasaiseen liikkeeseen, jolloin opettaja kysyy tarkentavia kysymyksiä oppilaan päättelystä, jotta muutkin oppilaat varmasti näkevät yhteyden.

Kelkan liikkeen mittauspisteet piirtyvät aika-paikkakoordinaatistoon. Opettajan kysyessä oppilailta kohdassa (1) minkälaisesta liikkeestä on kyse, oppilas muodostaa yhteyden lineaarisesti koordinaatistossa olevien mittauspisteiden ja kelkan tasaisen nopeuden välillä. Opettaja jatkaa kertomalla tasaisen liikkeen käsitteen olevan malli, jota voi käyttää, vaikka nopeus ei täydellisen tasaista olisikaan ja kysyy miksi tällainen malli on hyödyllinen. Opettaja johdattelee oppilaat dialogisella opetuksella muodostamaan yhteyden matkan, ajan ja nopeuden välillä kuvaajassa ja kuinka suoran kulmakerroin kertoo kuinka nopeasti kappale liikkuu.

Tässä ensimmäisessä esimerkkiepisodissa oppitunnilta näkyy hyvin opettajan dialoginen opetustyyli, jolla hän johdattelee sopivilla kysymyksillä oppilaat oivaltamaan itse oikeat tulokset eri tilanteista. Näin hän tukee oppilaita muodostamaan yhteyksiä oikeiden asioiden välille.

Toinen episodi:

(1) Opettaja: näin on, ei voi mennä kun yks suora silleesti, että se tekee just näin, kun tässä on eli sivuaa tota käyrää. Hyvä, eli tuo nyt kertoo tuo tangentti, sen jyrkkyys, minkälainen on hetkellinen nopeus tässä tietyissä pisteessä eli puhutaan hetkellisestä nopeudesta. . . . ja täällä vielä kaiken lisäksi . . . huomaa, että täst tulee tällasia niin sanottuja tärkeitä sanoja. Ensimmäinen tärkeä sana oli se, että et nää on malleja liikkeestä siis ihan tarkkaan ne ei nyt liikkeet oo tasaisia, mutta hyvä tapa kuvata ja jos se kerta näyttää suhteellisen tasaiselta, niin käytetään tätä tasaisen liikkeen mallia. Sitten todettiin, että tää jyrkkyys, näitten suorien jyrkkyys kuvaa sitä, että kuinka suuri on sen kappaleen nopeus. Sit laskettiin täällä se nopeus. Seuraavassa vaiheessa todettiin, että kun mennään kiihtyvän liikkeen puolelle, niin ei ookaan kuvaajana suora, vaan tällanen käyrä, mut ei mitään ongelmaa. Katotaan sen käyrän jyrkkyyttä piirtämällä tangentti. Entäs nyt, mitä seuraavaks tehdään?

- (2) **Tuuli:** lasketaan sen tangentit kulmakertoimeen
- (3) **Opettaja:** kuinka se lasketaan?
- (4) **Tuuli:** ihan samalla tavalla ku tuokiin
- (5) **Opettaja:** aivan, ihan samalla tavalla eli . . . nyt me ollaan kaahattu oikeestaan melkeinpä tämä koko juttu läpi mutta entäs jos mua ei kiinnostaisi tippaakaan se, että että minkälaista tuo liike on ollut tuolla, tuolla tota välillä ja mä haluaisin vain tietää, että et tota niin niin, no esimerkiksi semmonen, että mä lähden ajamaan Helsinkiin autolla. Mä tiedän, että sinne on niin ja niin monta kilometriä ja mä haluaisin tietää, että kuinka kauan kestää, kun ajetaan Helsinkiin, niin mikä käsite olis siinä aika kätevä? Mä en nyt välttämättä halua tietää, että juu Heinolan kohdalla nopeus on kymmenen kilometriä tunnissa, kun siellä on aina ruuhkat.
- (6) **Oppilas:** keskinopeus
- (7) **Opettaja:** keskinopeus, miten laskisit tässä tapauksessa vaikkapa ajan hetkien tosta T yksi, ja tuolta T kaksi . . . keskinopeuden? . . . funtsikaas sitä! . . . miten se nyt menis? . . . no Nestori!
- (8) **Nestori:** no suora alkupisteestä ??siitäkulmakerroin
- (9) **Opettaja:** eli tarkotatko täs.. vai mistä?
- (10) **Nestori:** siltä väliltä halluisin keskinopeuden niin siitä alusta sinne loppuun
- (11) **Opettaja:** okei, mäpäs piirrän tänne, noin ja mitäs nyt . . . no sano vaan , jatka vaan
- (12) **Nestori:** kulmakerroin
- (13) **Opettaja:** täähän menee aika tylsäksi, koko ajan kulmakerroin, no vaikkapa täältä . . . mutta tässä täytyy olla tarkka, siis näillähän on ihan erilainen merkitys näillä nopeuksilla, siis hetkellisellä nopeudella, keskinopeudella ja oikeastaan tällä tasaisella nopeudellakin, mutta tasaisen nopeuden ja ton keskinopeuden välillä on joku tällanen, vois sanoa, että filosofinen yhteys. Mitä toi itse asiassa kuvaa tämä keskinopeus, jos ajattelette nyt? . . . eli jos mä oikeasti ajaisin näin tän mukaan, mitä toi keskinopeus kertois?
- (14) **Oppilas:** sen että mikä pitää olla se tasainen nopeus ?? päässy sinne paikan päälle
- (15) **Opettaja:** sano nyt uudestaan, tää on todella tota merkittävä ja nyt kuunnelkaa kaikki ja jos ette tiedä, niin kirjottakaa, se on nimittäin mielettömän hienosti formuloitu. Annappas tulla oikein kuuluvasti
- (16) **Oppilas:** no se, en mie ossaa enää
- (17) **Opettaja:** heh heh, ei mut, se oli, sanoit just oikein, siis hienosti, no anna tulla vaan eli se on
- (18) **Oppilas:** millä, se millä tasasella nopeudella olisi pitänyt ajaa et se

matka, että se ois päässy tuo, tuohon, tuo matka tuohon aikaan

(19) Opettaja: just näin eli näitten välillä on siis ihan vissi yhteys tämän tasaisen nopeuden ja ton keskinopeuden eli se kuvaa se keskinopeus, että millä nopeudella ke., siis tasaisella nopeudella olis pitäny ajaa, että olisi samassa ajassa ajettu yhtä pitkä matka, se on mahtava ajatus. No niin, oikeestaan tuota niin mä voisin antaa teille nyt yhden tehtävän tästä ratkaistavaksi, jossa vielä tarkistetaan se, että nää mallit tästä liikkeestä on menny perille ja että te osaatte muodostaa näitä graafisia esityksiä ja niin poispäin. Ihan samalla tavalla laittakaa taas nimenne sinne ja nyt nää eristyskoulukunnan jäsenet

Opettaja kokoaa yhteen tunnilla tähän asti käsitellyt asiat kerraten ja yhdistäen käsitteet toisiinsa kohdassa (1). Sen jälkeen hän esittää arkielämän esimerkin autolla ajamisesta kohdassa (5) saadakseen oppilaat hahmottamaan vielä viimeisen oppitunnin aiheena olleeseen nopeuteen liittyvän käsitteen. Oppilaat näkevätkin yhteyden keskinopeuteen ja sen määrittämiseen aiempien opittujen työkalujen eli tangentin ja kulmaker-toimen avulla alku- ja loppupisteestä. Välillä (6) ja (12) opettaja käy läpi keskinopeuden laskemisen kuvaajasta tarkasti dialogisesti, jotta hän voi varmistua, että asia on ymmärretty oikein ja kaikki voivat nähdä sen.

Kohdassa (13) opettaja kysyy vielä tasaisen nopeuden ja keskinopeuden välistä yhteyttä. Kun oppilas selittää tasaisen nopeuden ja keskinopeuden välisen yhteyden, opettaja kehuu vastausta vuolaasti ja saa oppilaat näin kiinnittämään tarkemmin huomiota oleelliseen asiaan.

Koko oppitunnin ajan opettajalla tuntui olevan selkeä käsitys, siitä mitä haluaa opettaa ja hän näytti johdattelevan oppilaat läpi oppitunnin haluttuihin johtopäätöksiin. Oppituntia voidaan ajatella kertomuksena, joka etenee selkeänä jatkumona opettajan toimiessa tarinan ohjaajana.

Pedagogisten yhteyksien muodostukset oppitunnilla

Ensimmäisen oppitunnin aikana opettaja teki pedagogisia yhteyksiä tai niiden muodostusta tukevia toimia yhteensä 19 ja oppilaat muodostivat yhteyksiä oppitunnilla yhteensä 25. Tarkempi jaottelu löytyy taulukoista 5.2 ja 5.3. Oppitunnin aikana opettajan käyttämä dialoginen opetustyyli mahdollisti myös oppilaiden pedagogisten yhteyksien muodostuksen näkemisen oppitunnin aikana.

Kuvassa 5.1 näkyy kuinka opettajan yhteyksien muodostukset keskittyvät oppitunnin alkuun ja loppuun. Tämä johtuu siitä, että oppitunnin alussa opettaja pohjustaa tulevaa demonstraatiota ja kiinnittää huomion

Taulukko 5.2: Ensimmäisen oppitunnin opettajan pedagogiset yhteyden muodostukset tai niitä tukevat toimet yhteensä

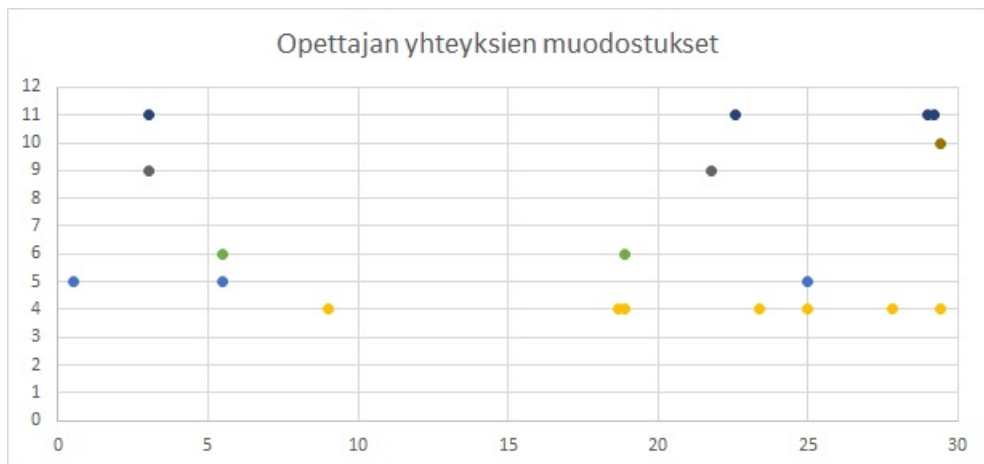
Tietotason rakentamisen tukeminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	0
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	7
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	3
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	2
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	0
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	0
Jatkuvuuden edistäminen	
Tieteellisen tarinan kehittäminen	2
Aktiviteettien ohjaaminen	1
Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen	
Oleelliseen tietoon keskittyminen	4
Yleiset toimintatavat	0

Taulukko 5.3: Ensimmäisen oppitunnin oppilaiden pedagogiset yhteyden muodostukset yhteensä

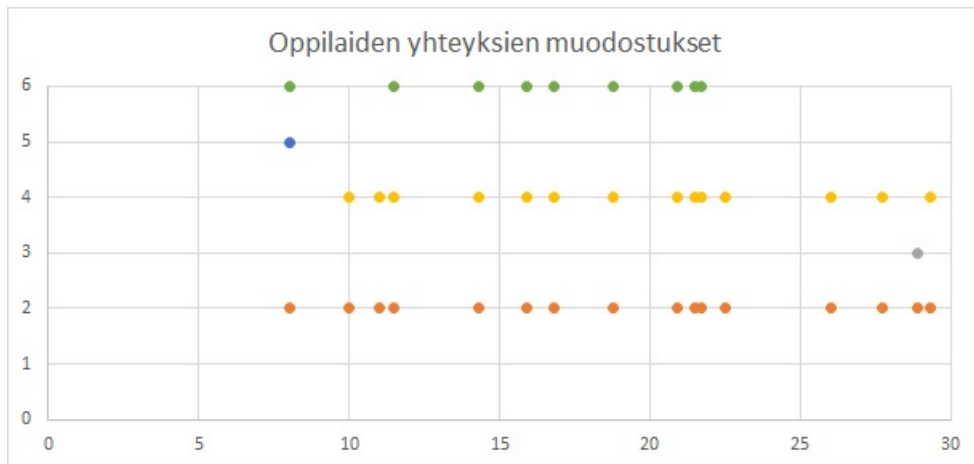
Tietotason rakentaminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	1
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	14
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	1
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	9
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	0
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	0

oleellisiin asioihin ja oppitunnin lopussa kertaa oppitunnin tärkeimmät asiat.

Kuvasta 5.2 nähdään, kuinka oppilaiden yhteyksien muodostukset alkavat alun demonstraation jälkeen ja jakautuvat tasaisesti läpi koko oppitunnin. Suurin osa näistä on yhteyksien muodostamista eri tieteellisten käsitteiden välille ja eri esitysmuotojen yhdistämistä.



Kuva 5.1: Opettajan ensimmäisen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1



Kuva 5.2: Oppilaiden ensimmäisen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1

5.3 Toinen oppitunti

Tämä oppitunti on lyhyt, noin 15 minuutin mittainen opetustuokio, jossa käydään opettajajohtoisesti läpi oppilaiden aiemmin miettimiä paikka-aikasekä nopeus-aikakuvaajiin liittyviä tehtäviä. Tehtävät käydään läpi vaihe vaiheelta opettajan kysyessä oppilailta vastauksia yksityiskohtaisesti eri tilanteisiin. Kuvaajien ymmärtäminen ja oikea tulkitseminen on hyvin tärkeä ja hyödyllinen taito fysiikan ilmiöiden ymmärtämisessä. Seuraavassa ly-

hyessä jaksossa on esitettyinä kappaleen liike paikka-aikakoordinaatistossa ja oppilaiden täytyy valita eri vaihtoehdoista oikea esitys kappaleen liikkeelle nopeus-aikakoordinaatistossa.

Episodi oppitunnilta:

(1) **Opettaja:** okei, yritetään tota selvitä tässä siis tämä niin sanottu 15-minuuttinen ja sen jälkeen täällä on odotettavissa vierailijoita, että — en mä voi laittaa sitä kiinni, sieltä kuitenkin tulee vielä tota oppilaita. Sieltä tulee ainakin muita oppilaita. No niin, eli tota niin, te teitte eilen näitä näitä tota kuvaaja juttuja ja mä ajattelin , että käydään nyt läpi yhdessä se, että minkä tyyppisiä ne mahdollisesti olis olleet sitte ja jos otetaan tää ensimmäinen tässä, niin milläs periaatteella tätä oikeastaan kannattais lähteä liikkeelle tutkimaan? Eli — ei me olla pelkureita — niin, milläs tavalla tota kannattais lähteä tutkimaan? No, Sampo.

(2) **Sampo:** no ensin pittää kahtoo, että huomata, että koska tuo mennee tuossa paikassa tuossa nolla kohassa, missä aika on nolla sekunttii, ?? on nolla, niin se lähtee siitä tonne kahteen sekuntiin asti ja huomataan tuo viiva on tasanen elikkä siis se on niinku tasaisesti kiihtyvä tai ei kiihtyvä, mutta liikkuu se kuitenkin

(3) **Opettaja:** no niin tasaisesti liikkuva eli tota, mitä sä nyt tarkoitat, että tasaisesti liikkuva, mikä silloin on vakio?

(4) **Oppilas:** nopeus

(5) **Opettaja:** joo, eli tää on tasaista liikettä, merkataan tohon T. No entäs tämä väli tästä kahdesta neljään? Irja !

(6) **Irja:** se on pysähtynyt..

(7) **Opettaja:** mistä tiedät, ett se on pysähtynyt ?

(8) **Oppilas:** sen paikka ei muutu, mutta

(9) **Opettaja:** aivan, hyvä, eli tossa pannaan pysähtynyt eli nopeus on nolla. No sitten, entäs tästä neljästä viiteen? Heli!

(10) **Heli:** Siinä se on taas kasvanut.

(11) **Opettaja:** joo, ja nyt kun ruvetaan sit kattomaan, että mikä näistä olis se oikea. — Joo, tervetuloa ! niin mitkäs tässä olis sellasia vaihtoehtoja, joissa olis ensinnä tota niin tasaista liikettä, pysähdyksissä tasaista liikettä, tässähän on itse asiassa kaks semmosta mun nähdäkseni.

(12) **Oppilas:** C ja D

(13) **Opettaja:** C ja D ja nyt kun pitäis katsoo, että kumpi näistä on oikea, niin mihinkäs se perustuu? Annakaisa!

(14) **Annakaisa:** No mie ainakin valitsen D:n, koska siinä se tuolta neljästä sekunnista eteenpäin se nopeus on niinku pienempi ja se on niinkuin

loivempi se suora siinä vaiheessa.

(15) Opettaja: joo eli suora on täällä loivempi, mikä siinä silloin on pienempi, jos ajattelette sitä suoraa?

(16) Oppilas: nopeus. Paikka ei muutu niin nopeesti suhteessa tohon aikaan

(17) Opettaja: se on just näin ja jos ajatellaan taas ikään kuin matemaattisesti, niin jos tuosta suorasta lasketaan tietty asia, niin, mikä siellä selkeesti on? Ilkka!

(18) Ilkka: kulmakerroin

(19) Opettaja: joo, eli me ollaan pystytty ratkasemaan tää tehtävä, mut katotaanpas se seuraava. Se onkin sitten huomattavasti vaikeampi.

Opettaja käy tehtävän läpi dialogisesti vaihe vaiheelta. Oppilaat selittävät omia ajatuksiaan tehtävästä ja opettaja tekee tarkentavia kysymyksiä ja varmistaa, että asioista puhutaan oikeilla nimillä ja yksikäsitteisesti. Tämän tyyppisessä tehtävän läpikäynnissä oppilaat tekevät itse yhteydet eri asioiden välille ja opettaja vain ohjaa heitä oikeaan suuntaan kysymyksillään. Tämä oli hyvä tapa nähdä oppilaiden ymmärrys asiasta ja varmistaa, että he ovat ymmärtäneet asian oikein, kun he saavat kertoa tehtävän tilanteen omin sanoin.

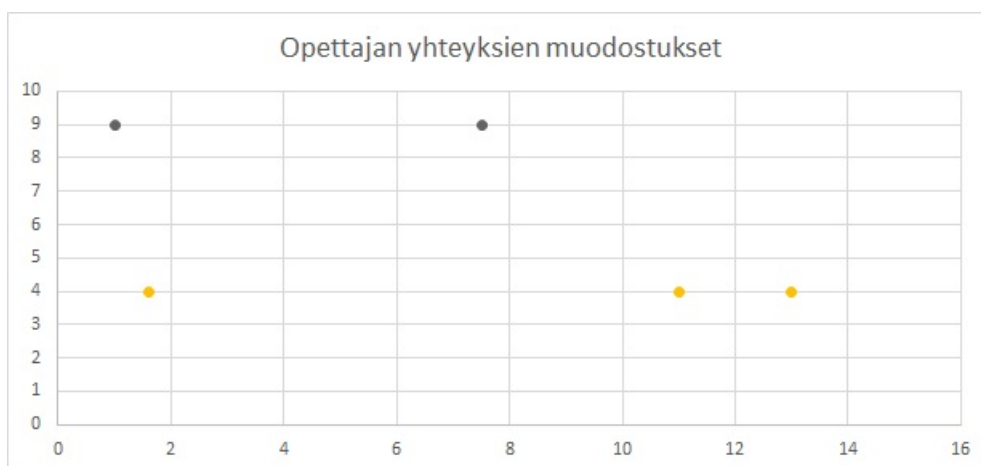
Pedagogisten yhteyksien muodostukset oppitunnilla

Vaikka tämä oppitunti olikin ajanpuutteen takia hyvin lyhyt, mahtui siihen kuitenkin paljon asiaa. Opettaja kävi asiat läpi nopealla tempolla, mutta kuitenkin tarkasti. Opettajan käyttämä I-R-F-R-F... keskustelurakenne mahdollisti opettajalle oppilaiden vastausten huolellisen arvioinnin ja tämä näkyy muodostettujen pedagogisten yhteyksien lukumäärässä. Tällä tunnilla suurin osa yhteyksien muodostuksesta tapahtuikin oppilaiden toimesta opettajan toimiessa vain kyselijänä ja vastausten oikeellisuuden arvioijana. Taulukoissa 5.4 ja 5.5 on listattu nämä yhteyksien muodostukset.

Kuvasta 5.3 havaitaan, kuinka opettajalla on vain muutam yhteyden muodostus. Tämä johtuu osittain oppitunnin lyhyestä kestosta ja osittain oppitunnin luonteesta. Oppitunnilla opettaja käy dialogisella opetustyyllillä läpi oppilaiden ymmärrystä eri kuvaajien välisestä tulkinnasta. Suurin osa oppitunnin yhteyksien muodostuksesta onkin oppilaiden tekemää eri esitysmuotojen välistä yhdistämistä kuten kuvasta 5.4 nähdään.

Taulukko 5.4: Toisen oppitunnin opettajan pedagogiset yhteyden muodostukset tai niitä tukevat toimet yhteensä

Tietotason rakentamisen tukeminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	0
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	3
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	0
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	0
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	0
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	0
Jatkuvuuden edistäminen	
Tieteellisen tarinan kehittäminen	2
Aktiviteettien ohjaaminen	0
Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen	
Oleelliseen tietoon keskittyminen	0
Yleiset toimintatavat	0



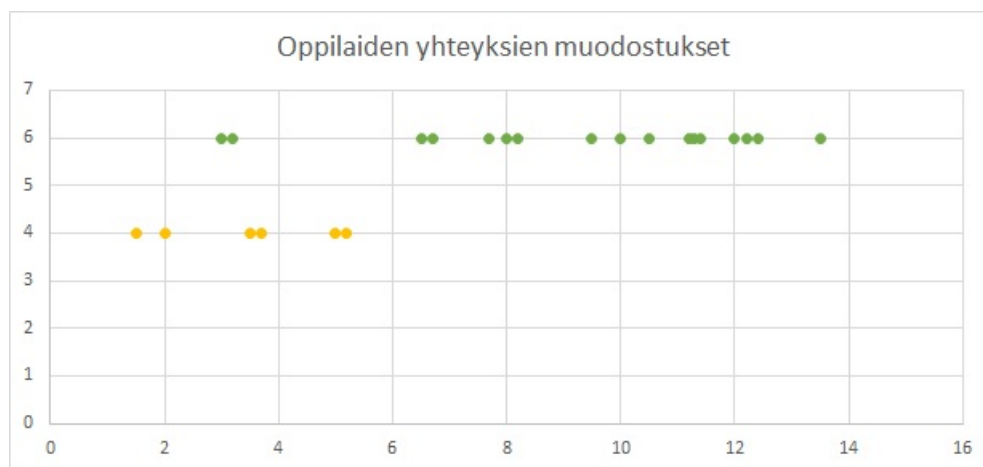
Kuva 5.3: Opettajan toisen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1

5.4 Kolmas oppitunti

Käsittelyn alla tällä tunnilla oli tasainen kiihtyvyys. Tunnin aluksi opettaja piirtää taululle aiemmalla tunnilla saadut kolme kuvaajaa aika-paikka-koordinaatistoon, joka näkyy kuvassa 5.5

Taulukko 5.5: Toisen oppitunnin oppilaiden pedagogiset yhteyden muodostukset yhteensä

Tietotason rakentaminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	0
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	6
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	0
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	17
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	0
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	0

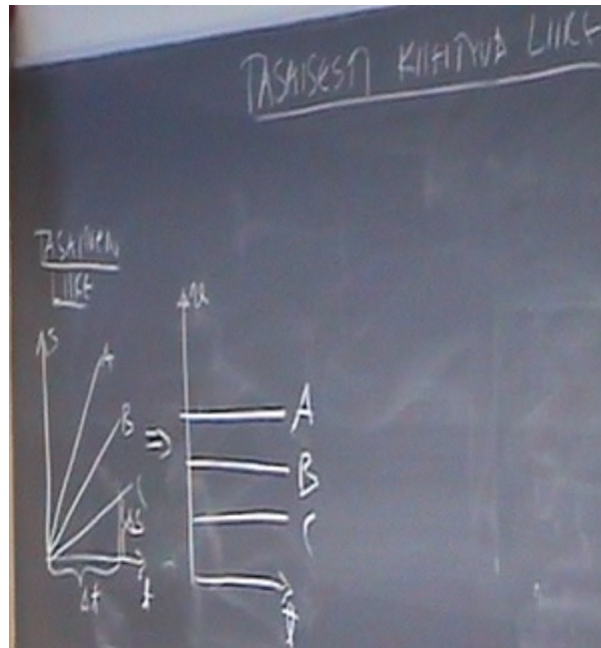


Kuva 5.4: Oppilaiden toisen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1

Episodi oppitunnilta:

(1) **Opettaja:** ja aloitetaan tää tota niin sillä, että otetaan hiukan taaksepäin, eli katotaan mitä me . . . viime tunnilla tai sitä edellisellä tehtiin eli sillonhan me käytiin läpi tasaista liikettä ja siellä oli tämmönen tilanne, että . . . tehtiin tolla empiirikalla, muistaakseni Tuuli oli avustamassa ja oli tämmöset, tämmönen koordinaatisto, jossa on aika ja tutkitaan niin kun matkaa ajan funktiona. Ja siellä saatiin kolme, muistaakseni me tehtiin kolme tällasta ja . . . suunnilleen noin. Ja siinä sitten mietittiin sitä, että no mitä noi kuvaajat kertoo ja kukas palauttais meille vielä mieleen sen, että mitä noista kuvaajista voidaan päätellä ja mikä sieltä saadaan määrättyä ja näin poispäin? Ja käyttäkää kovaa ääntä! No, Heli!

(2) **Heli:** Tasainen liike, tasainen nopeus



Kuva 5.5: Kuvassa vasemmalla on opettajan piirtämät kuvaajat aika-paikkakoordinaatistossa ja oikealla oppilaan piirtämät kuvaajat aika-nopeuskoordinaatistossa

- (3) **Opettaja:** yhm, mistäs sen näet?
- (4) **Heli:** Ne on suoria. Suoria suoria
- (5) **Opettaja:** joo ja mitä vielä?
- (6) **Opettaja:** kaikissa on tosiaan tasainen liike, mutta miten, mitä muuta noista vielä vois sanoa?
- (7) **Heli:** Mitä jyrkempi se on, sitä suurempi nopeus
- (8) **Opettaja:** just, mitäs sitten, millä te saatte määrättyä nyt sen nopeuden, jos kerta ollaan tultu siihen tulokseen, että mitä jyrkempi suora, sitä suurempi nopeus? Nestori!
- (9) **Nestori:** kulmakertoimella
- (10) **Opettaja:** okei, vaikkapa tänne näin jos teidän pitäis piirtää nämä . . . merkataan näin, että A B C, tällaseen koordinaatistoon . . . niin mites se tapahtuis? Tehkää se! no laittakaa nyt myös noi A, B:t, ja C:t siihenkin, että nähdään, että onks se mennyt asia perille! käy Tuuli tekemässä tonne äläs ihan vielä mee, minkä takia sä pistit nyt vaakasuoraan ne?
- (11) **Tuuli:** koska tuossahan se nopeus ei muutu, koska se on suora

Opettaja palauttaa ensin oppilaiden mieleen aiemman oppitunnin demonstraation, jonka hän teki yhdessä erään oppilaan kanssa, ja kertaa lyhyesti dialogisesti tasaiseen liikkeeseen liittyvät käsitteet, jotta oppitunnin uudet asiat yhdistyisivät aiemmin opittuun. Opettaja pyytää oppilaita piirtämään kuvaajien tilanteen aika-nopeuskoordinaatistoon, jotta oppilaat saavat hahmotettua itselleen yhteyden eri koordinaatistojen välillä.

Tämän jälkeen tehdään demonstraatio samalla laitteistolla kuin aiemmallalla tunnilla, mutta tällä kertaa tutkitaan kiihtyvää liikettä nopeus-aikakoordinaatistossa. Tällä tavoin esiteltynä opettaja palautti ensin oppilaiden mieleen aiemmin opitun, esitti saman asian eri koordinaatistossa ja sen jälkeen lähti opettamaan uutena asiana tasaista kiihtyvyyttä siten, että se yhdistyi saumattomasti oppilaiden aiempaan tietoon.

Pedagogisten yhteyksien muodostukset oppitunnilla

Tällä oppitunnilla opetus tapahtui hyvin pitkälle eri kuvaajien avulla. Sannon "kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa" kuvaakin hyvin tätä tuntia. Pedagogisia yhteyksiä muodostettiin kaikista neljästä tunnista selvästi eniten juuri tällä tunnilla. Kuvaajien avulla opettaja ja oppilaat pystyivät muodostamaan yhteyksiä eri käsitteiden välille hyvin monipuolisesti.

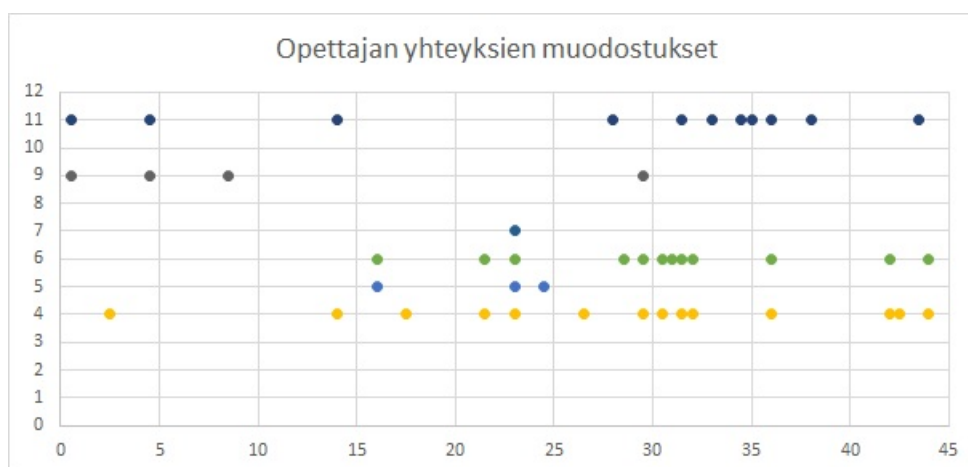
Taulukko 5.6: Kolmannen oppitunnin opettajan pedagogiset yhteyden muodostukset tai niitä tukevat toimet yhteensä

Tietotason rakentamisen tukeminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	0
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	14
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	3
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	12
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	1
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	0
Jatkuvuuden edistäminen	
Tieteellisen tarinan kehittäminen	4
Aktiviteettien ohjaaminen	0
Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen	
Oleelliseen tietoon keskittyminen	11
Yleiset toimintatavat	0

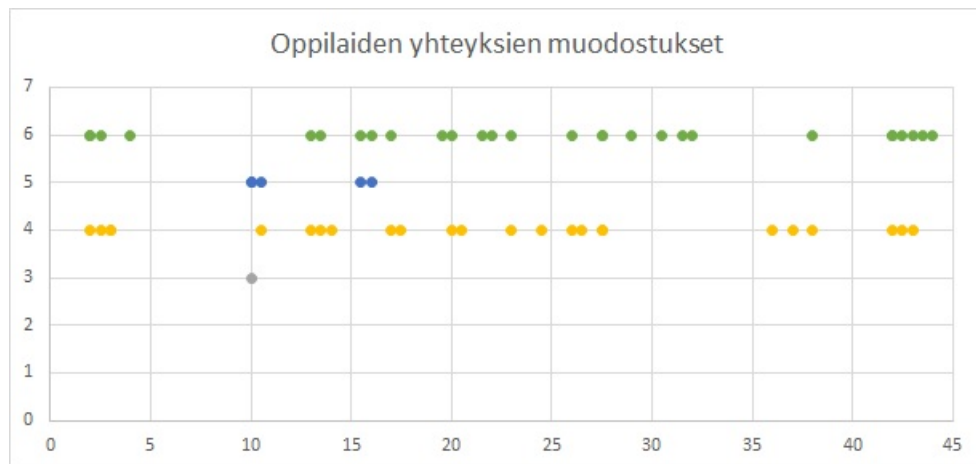
Taulukko 5.7: Kolmannen oppitunnin oppilaiden pedagogiset yhteyden muodostukset yhteensä

Tietotason rakentaminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	1
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	24
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	5
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	28
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	0
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	0

Kuvasta 5.6 nähdään kuinka opettajalla on monia yhteyksien muodostusta edistävää tekoa pitkin tuntia, mutta ne selvästi painottuvat oppitunnin loppua kohden. Kuvasta 5.7 näkee selvästi, kuinka oppilaat muodostuvat yhteyksiä tasaisesti läpi oppitunnin.



Kuva 5.6: Opettajan kolmannen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1



Kuva 5.7: Oppilaiden kolmannen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1

5.5 Neljäs oppitunti

Tämän oppitunnin aiheena on impulssi. Oppitunnin alussa opettaja tekee yhdessä oppilaan kanssa lyhyen demonstraation, missä opettaja pitää kah-ta taulusientä taulua vasten ja pyytää oppilasta lyömään taulua tai sieniä.

Episodi oppitunnilta:

(1) **Opettaja:** niin, no nyt tänne eteen... tuu vaan joo saat demonstroida yhden jutun, jolla tota niin tää voiman impulssi periaate tulee tota tosi hyvin selväksi. Nyt pitää ensinnäkin muistuttaa se, että mehän kannatamme täällä tota rauhanomaista kanssakäymistä ja niin poispäin ja joskus jos tulee oikein äkänen olo, niin ei missään nimessä saa lyödä toista, vaan lyö vaikka taulua ja mä annan sulle kaks vaihtoehtoa.

(2) **Oppilas:** taulu lyö takasin

(3) **Opettaja:** sä lyöt tohon tai sä lyöt tähän, saat valita

(4) **Oppilas:** kyllä mä lyön tähän

(5) **Opettaja:** mi ... joo no lyö, lyö ihan oikeesti, ei toihan oli ihan siis naurettava

(6) **Opettaja:** ei vaan lyö kovasti ! En ota pois, eiku lyöt kovasti, lyöt kovasti !! Sattuko?

(7) **Oppilas:** ei

(8) **Opettaja:** no voit lyödä vielä lujempaa nii ei vielä kukaan sattunu

(9) **Oppilas:** ei vielä tunnu

(10) **Opettaja:** vaikka löi todella todella kovasti jo eli mikä idea tässä nyt oli, että et tuota ei sattunu, vaikka löi kovasti?

(11) **Oppilas:** Kimmoinen törmäys

(12) **Opettaja:** yhmhm, se ei välttämättä vältt..oo sitä, mutta tota, jos vertaat sitä, että et tuota niin se lyö tohon tai sitten lyö tohon tauluun, niin jotain siinä on eroa siis jos ajattelette, että nyrkki, lyöppä vielä ker-
ran malliksi, niin nyrkillä on tietty nopeus, kun se tulee, mitä sille joka tapauksessa sille nyrkin liikkeelle tapahtuu, ku se osuu?

(13) **Oppilas:** se pysähtyy

(14) **Opettaja:** aivan ja nyt me voidaan lähteä miettimään sitä että et, mikä ero siinä on.

Tällä hyvin lyhyellä demonstraatiolla opettaja sai hyvin havainnollistet-
tua impulssiperiaatteen käytännössä ja johdateltua oppilaat kohti tieteellis-
tä selitystä demonstroidusta tilanteesta. Opettaja sai oppilaat seuraamaan
tarkemmin demonstraatiota tekemällä siitä hauskan yhdessä oppilaan kans-
sa ja näin oppilaat myös muistavat tilanteen ja opetettavana aiheena olleen
impulssin todennäköisesti paremmin myöhemminkin.

Kohdassa (3) opettaja antaa oppilaan valita lyökö hän taulua vai tau-
lusientä. Oppilas valitsee odotetusti taulusieneen lyömisen. Tämä oli toi-
miva demonstraatio myös siksi, että oppilas osasi valita sieneen lyömisen
taulun lyömisen sijasta, mutta oppilaat eivät suoraan osanneet vastata
minkä takia sieneen lyöminen ei sattunut vaikka tauluun lyöminen olisi
sattunut. Seuraavaksi tunnilla käsitelläänkin tarkemmin fysiikkaa demon-
straation takana.

(15) **Oppilas:** se energia menee sen sienen muuttumiseen ja ääh. . . .

(16) **Opettaja:** yhmhm

(17) **Oppilas:** no en mie nyt silleen, mutta nyt ainakin järjellä ajateltuna
tuo saattaa tuo sieni sitä vähän, että se niinku, että se kerkiää hidastuu se
.

(18) **Opettaja:** tossa ollaan lähellä totuutta eli siis se oli aika hauskasti
sanottu, että tää sieni saattaa sitä sitä nyrkkiä, että se ehtii hidastua ja
sehän siinä on varmaankiin niinku juttu että et se hidastuminen tapahtuu
suhteellisen pitkässä ajassa, kun taas jos lyöt tuohon, se tapahtuu valtavan
nopeesti ja tähän me voidaan lähteä miettimään sitä, että mikä se on se,
et löytyiskö sieltä fysiikan puolelta ihan tota helposti tällanen . . . selitys
nii katotaan miten se Mites se liikemäärän muutos laskettiin?

(19) **Oppilas:** eikös se ollu C kertaa

- (20) **Opettaja:** no otetaan ekana, mikä on liikemäärä
- (21) **Oppilas:** ei ku mitä mie sanoin, mie puhun ihan omia ...
- (22) **Opettaja:** no nii M kertaa V eli se on Delta P on sillon M kertaa Delta V, jos nyt oletetaan, ettei toi Heikin nyrkki tossa juurikaan matkalla laihtunu. Joo, no toisaalta, mehän ollaan mietitty myös sitä, että miten määritellään voima eli kuka muistaa sen, miten voima määritellään? eli mitä se voima kuvas? Heli, mitäs sanot!
- (23) **Heli:** ?????
- (24) **Opettaja:** joo, M kertaa A, okei kuvaa, se oli liikeyhtälön kautta, mutta jos oikeastaan niin kun lähetään ihan siitä, että et mitä se niin kun, mitä ominaisuutta tai mitä niin kun ..
- (25) **Oppilas:** ?????
- (26) **Opettaja:** joo, jos ollaan gravitaatiovoimasta puhumassa, mutta vielä ..
- (27) **Oppilas:** M kertaa V
- (28) **Opettaja:** no joo, nyt ... joo, nyt lähestytään, lähestytään ihan oikeeta asiaa M kertaa V jaettuna T:llä eli itse asiassa, mitä on M kertaa V? Se on tonne jo laitettu.
- (29) **Oppilas:** ?????
- (30) **Opettaja:** M kertaa V
- (31) **Oppilas:** ?????
- (32) **Opettaja:** ei vaan
- (33) **Oppilas:** eiku liikemäärä
- (34) **Opettaja:** no nii, eli mitä on sillon B jaettuna T:llä, mitä se kuvas? Eli voitais laittaa näin tää on aika jännää, että tää ei jääny päähän eli Delta P per Delta T. Muistatte, kun mä sanoin, että kuvaa aina muutosnopeutta toi, nii minkä muutosnopeutta tuo nyt kuvaa?
- (35) **Oppilas:** liikemäärän
- (36) **Opettaja:** niin eli voima kuvaa liikemäärän muuttu.. muutosnopeutta. No, jos nyt katotte tästä, täällä me todettiin, että tossa nyrkinlyönnissä toi liikemäärän muutos on aina sama. Mitäs tosta voitaas tästä yhtälöstä ratkaista eli että päästäis nimenomaan siihen liikemäärän muutokseen, mitä tulis siitä, jos ratkaset tosta ton liikemäärän muutoksen? ... No, Heli!
- (37) **Heli:** ?????
- (38) **Opettaja:** nii ja tutkitaan nyt ensinnä sellasta tapausta, että jos toi voima on vakio. Tästä tosiaan tulis näin, että F kertaa Delta T on yhtä kuin Delta P. No jos katotaan tätä kuvaa täällä, ... mitäs täällä tarkoittais toi F kertaa Delta T? Miten se tossa näkyis, F Delta T? Mikä tossa kuvaajassa on F kertaa Delta T, välillä AB vaikkapa?

- (39) **Oppilas:** .????? lauletaan Nestorille lauletaan Nestorille
- (40) **Opettaja:** joo, mut ensin käydään tää ja sit lauletaan, no niin
- (41) **Oppilas:** se on tuo pinta-ala
- Opettaja:** aivan eli tässä olis F Delta T tark.. laitetaan nyt vaikka F yks kertaa Delta T ja täällä F kaks kertaa Delta T. No mistä nyt voi siis tämän perusteella sanoa aivan varmasti, että se kappale liikkuis tonne suuntaan, missä se on liikkunu tota välillä AB myös tuolla hetkellä C?
- (42) **Oppilas:** koska tuo F yks Delta T on suurempi kun F kaks . . .
- (43) **Opettaja:** yhm
- (44) **Oppilas:** ???
- (45) **Opettaja:** Delta P, joka on yhä edelleen positiivinen, koska tämä pinta-ala on suurempi ku toi, niin myös tosiaan Delta P yksi on suurempi kuin Delta P kaksi tämän mukaan, jolloin aivan varmaan tosiaankin se liikkuis yhä edelleen oikealle ja tätä täällä, sitä sanotaan voiman impulssiksi. ei kun noin I, ja sen yksikkö, mikähän se mahtais olla mikäs olis voi.. ton impulsin voiman impulssin yksikkö?
- (46) **Oppilas:** kilogrammaa
- (47) **Opettaja:** joo, mutta jos käytät sitä voiman yksikköä, se on kyllä ihan oikein, mutta
- (48) **Oppilas:** ???
- (49) **Opettaja:** nyt on sekunti, joo, mutta ihan oikein sanoit kilogramma metri per sekunti myös eli

Aluksi oppilas ehdottaa väärää vastausta kohdassa (15), mutta jatkaa oikeaan suuntaan. Opettaja tarttuu oikeahkoon vastaukseen ja jatkaa siitä dialogia kohti oikeaa vastausta. Kohdassa (22) opettaja esittää liikemäärän muutoksen yhtälön ja kysyy oppilailta voiman määritelmää. Opettajan ja oppilaiden välisen dialogin avulla päädytään lopulta kohdassa (36) päädytään lopulta siihen, että voima kuvaa liikemäärän muutosnopeutta.

Pedagogisten yhteyksien muodostukset oppitunnilla

Neljännellä oppitunnilla opettajan ja oppilaiden muodostamat yhteydet näkyvät taulukoissa 5.8 ja 5.9.

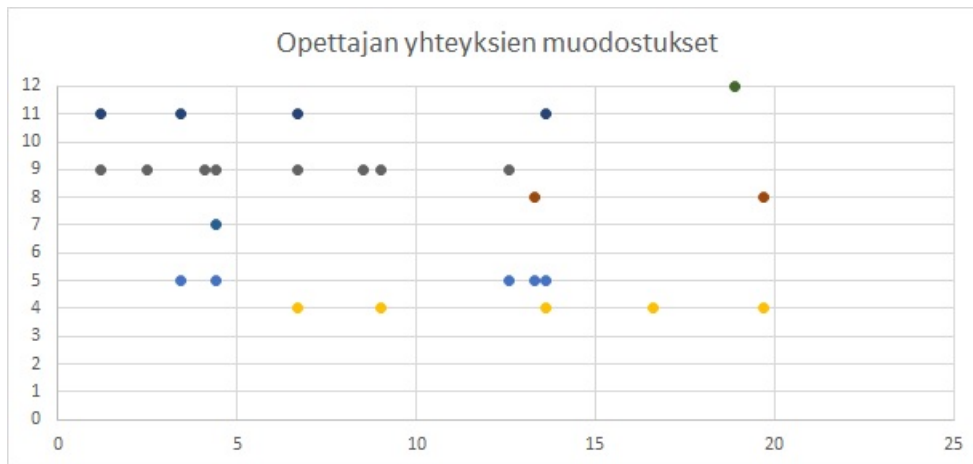
Neljännellä oppitunnilla opettajalla on aavistuksen luennoivampi opetustyyli ja se näkyikin hyvin myös kuvia 5.8 ja 5.9 katsomalla. Tällä tunnilla opettajalla on selvästi enemmän yhteyksien muodostuksia tukevia tekoja kuin oppilailla voidaan havaita yhteyksien muodostusta suoraan puheenvuoroista. Tällä oppitunnilla opettajalla näkyy eniten tieteellisen tarinan kehittämistä.

Taulukko 5.8: Neljännen oppitunnin opettajan pedagogiset yhteyden muodostukset tai niitä tukevat toimet yhteensä

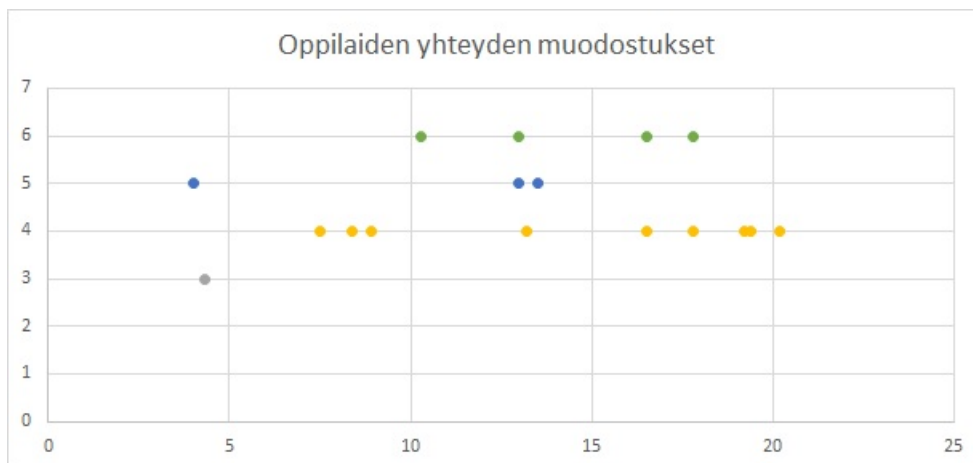
Tietotason rakentamisen tukeminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	0
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	5
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	5
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	0
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	1
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	2
Jatkuvuuden edistäminen	
Tieteellisen tarinan kehittäminen	8
Aktiviteettien ohjaaminen	0
Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen	
Oleelliseen tietoon keskittyminen	4
Yleiset toimintatavat	1

Taulukko 5.9: Neljännen oppitunnin oppilaiden pedagogiset yhteyden muodostukset yhteensä

Tietotason rakentaminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	1
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	9
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	3
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	4
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	0
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	0



Kuva 5.8: Opettajan neljännen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1



Kuva 5.9: Oppilaiden neljännen oppitunnin yhteyksien muodostukset ajan funktiona. Merkintöjen kuvaukset ovat taulukossa 5.1

6 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Tässä luvussa vastaan tutkimuskysymyksiin analyysini tulosten perusteella.

1. Kuinka paljon ja minkä tyyppisiä yhteyksien muodostuksia oppituntien aikana voidaan havaita?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tarkoitus oli puhtaasti tutkia kvantitatiivisesti, kuinka paljon eri tyyppisiä yhteyksien muodostuksia oppitunneilta voitiin havaita. Tarkemmat oppituntikohtaiset taulukot löytyvät edellisestä luvusta. Kaiken kaikkiaan tässä tutkimuksessa havaittujen yhteyksien muodostusten määrä löytyy taulukosta 6.1.

Taulukko 6.1: Yhteyksien muodostukset kaikilla oppitunneilla yhteensä

<hr/>	
Tietotason rakentamisen tukeminen	
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	3
Yhteyksien muodostaminen tieteellisten käsitteiden välille	82
Tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistäminen	20
Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen	72
Eri mittakaavojen ja esitystapojen välillä liikkuminen	2
Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla	2
<hr/>	
Jatkuvuuden edistäminen	
Tieteellisen tarinan kehittäminen	16
Aktiviteettien ohjaaminen	1
<hr/>	
Kannustaminen emotionaaliseen sitoutumiseen	
Oleelliseen tietoon keskittyminen	19
Yleiset toimintatavat	1
<hr/>	

Selvästi eniten havaittiin yhteyksien muodostusta eri tieteellisten käsitteiden välille ja eri esitysmuotojen yhdistämistä. Tämä johtuu monella tunnilla tapahtuneesta eri kuvaajien tulkinnasta ja opetettaviin aiheisiin liittyvistä useista uusista käsitteistä. Nämä molemmat yhteyksien muodostukset ovatkin erittäin tärkeitä fysiikan kunnollisen ymmärtämisen

kannalta. Kolmanneksi eniten havaittiin tieteellisten selitysten ja ilmiöiden yhdistämistä.

Tietotason rakentamisen tukemisessa ei havaittu käytännössä ollenkaan eri mittakaavojen ja esitystapojen välistä liikkumista, sillä eri mittakaavojen välillä ei tarvinnut liikkua ollenkaan. Yhteyksien muodostusta analogioiden avulla ei myöskään havaittu, koska nopeuteen ja kiihtyvyyteen liittyvät käsitteet ovat kaikki niin selvästi ymmärrettäviä osia oppilaiden elämää, että ymmärtämistä helpottavia analogioita ei tarvittu. Kansantajuuden ja tieteellisen tavan selittää asioita välillä olisi voinut tulla yhteyksiä, jos olisi puhuttu esim. keskipakovoimasta, mutta näistä peruskäsitteistä puhuttaessa näitä tilanteita ei juurikaan syntynyt. Näiden kaikkien kolmen havaintojen vähäinen määrä voidaan selittää siis johtuvan opetettavista aiheista.

Jatkuvuutta opettaja esitti oppituntien aikana yhteensä 16 kertaa kehittämällä tieteellistä tarinaa. Aktiviteettien ohjaamista tapahtui vain kerran, sillä lukion tunneilla ei samalla tavalla ohjailta eri aktiviteetteihin oppilaita kuin alemmilla kouluasteilla.

Emotionaaliseen sitoutumiseen opettaja kannusti 19 kertaa keskittymällä oleellisiin tietoihin, yleisiä toimintatapoja, kuten oppilaiden kehumisia ahkeruudesta tai tehtävän tekemisestä, ei juurikaan havaittu, koska kyse oli lukion oppitunneista.

2. Miten havaitut yhteyksien muodostukset sijoittuvat ajallisesti oppitunneille?

Haettaessa vastausta tähän kysymykseen, oli muodostettava kuvaajat, joista näki yhteyksien muodostusten ajanhetket oppitunneilta. Nämä yhteyksien muodostusten aika-analyysiä varten tehdyt kuvaajat löytyvät luvusta tulokset erikseen jokaisen oppitunnin sekä oppilaiden että opettajan osalta.

Tarkastaeltaessa kuvaajia rinnakkain, voidaan hyvin havaita samankaltaisuudet eri oppituntien välillä yhteyksien muodostuksissa. tietotason rakentamiseen liittyviä yhteyksien muodostuksia esiintyy tasaisesti läpi koko oppitunnin, mikä onkin ymmärrettävää, sillä onhan koko oppitunnin ajan tarkoitus rakentaa oppilaiden tietotaso.

Jatkuvuuden edistämistä ja emotionaaliseen sitoutumiseen kannustamisessa voidaan molemmissa havaita painottuminen oppituntien alku- ja loppuosaan. Jatkuvuuden edistämisessä tämä on ymmärrettävää, sillä oppitunnin alussa usein muistellaan edellisen tunnin tapahtumia tai jotakin jo aiemmin opittua, jonka pohjalle lähdetään rakentamaan uutta tietoa. Oppitunnin lopussa taas kerrataan oppitunnin tärkeimpiä tapahtumia ja

mahdollisesti kerrotaan, mitä seuraavalla oppitunnilla tehdään.

Emotionaaliseen sitoutumiseen kannustamisessa tämä selittyy myös helposti. Oppituntien alussa opettajat pyrkivät usein motivoimaan oppilaita opetettavaan aiheeseen mieleenpainuvasti ja kertomalla kuinka tärkeästä asiasta on kyse. Oppitunnin lopussa taas painotetaan oppitunnin tärkeimpiä tapahtumia ja käsitteitä.

3. Miten opettajan ja oppilaiden tekemät yhteyksien muodostukset eroavat toisistaan ja mitä näistä eroavaisuuksista voidaan päätellä?

Fundamentaali ero oppilaiden ja opettajan yhteyksien muodostuksissa on tietenkin se, että opettaja pyrkii tukemaan oppilaiden yhteyksien muodostusta ja oppilaiden tekemät yhteyksien muodostukset ovat opetuksen tavoite. Opettaja käyttää eri keinoja yhteyksien muodostuksen tueksi ja kaikista niistä ei voida suoraan sanoa, oliko niistä mitään hyötyä. Dialogisella opetuksella voidaan kuitenkin havaita ainakin osa muodostuneista yhteyksistä.

Oppilaiden havaitut yhteyksien muodostukset ovat kaikki tietenkin tietotason rakentumisessa. Nämä voidaan havaita selkeästi opettajan käyttäessä dialogista I-R-F rakennetta, missä I (initiation) tarkoittaa aloitetta, R (response) tarkoittaa oppilaan vastausta ja F (feedback) opettajan antamaa palautetta. Tutkituilla oppitunneilla dialogi muuttuikin usein ketjumaiseksi I-R-F-R-F..., jossa opettaja esittää tarkentavia jatkokysymyksiä ja muodostaa yhteyksiä käsitteiden välille.

Kolmella oppitunnilla neljästä voidaan selvästi havaita tämä dialoginen opetustyyli, kun katsotaan oppilaiden yhteyksien muodostuksen aikakuvauksia. Niissä näkyy tasaisesti jakautuneena lähes koko oppitunnille varsinkin yhteyksien muodostus eri tieteellisten käsitysten välille ja eri esitysmuotojen välille.

7 Pohdintaa ja ehdotus lisätutkimukseen

Pedagoginen yhteyksien muodostamisen viitekehys mahdollistaa monien aiempien tutkimusten (ks. esim[1], [6], [10]) tuloksia kaiken ajattelun jatkuvuuden, oppilaiden pohjatietojen ja puheen merkityksen tärkeydestä yhdistämistä osaksi samaa viitekehystä. Tämän viitekehysten avulla opettajat voivat tarkastella omaa opetustaan pedagogisten yhteyksien muodostusten näkökulmasta.

Tutkimusta tehdessäni minusta tuntui koko ajan siltä, että pedagogiset yhteyksien muodostukset ovat oleellinen osa luonnontieteiden opetusta. Seuratessani opetusta videoiduilta oppitunneilta yhä uudestaan, vakuutuin siitä, että opettaja opetti asiat selkeästi ja oppilaat varmasti oppivat opetettavat asiat hyvin. Olenkin tyytyväinen siihen, että oppitunneilta löytyi merkittävä määrä näitä yhteyksien muodostuksia, jolloin ainakin yhden opettajan kohdalla hyvä opetus tarkoittaisi myös suurta määrää pedagogisia yhteyksien muodostuksia.

Tietenkin tämä on vain oma mielipiteeni ilman todisteita konkreettisesti esimerkiksi oppilaiden keskivertoa paremmasta koemenestyksestä. Mielestäni pedagogisia yhteyden muodostuksia kannattaisikin tutkia videoimalla useampien eri opettajien oppitunteja, analysoimalla tunneista yhteyksien muodostukset ja sen jälkeen teettää kaikilla luokilla sama testi. Näin voitaisiin mahdollisesti nähdä korrelaatiota yhteyksien muodostusten määrässä ja koemenestyksessä.

Jotta tulokset olisivat luotettavampia, täytyisi tutkimuksessa ottaa huomioon oppilaiden lähtötaso esimerkiksi lähtötasotestin avulla. Toinen vaihtoehto olisi tutkia yhteyksien muodostuksia alakoulun opetuksessa luokilla, joissa on jo muutaman vuoden toiminut sama kokeneempi luokanopettaja, joka on todennäköisesti opettanut samalla tyylillä koko ajan.

Kirjallisuutta

- [1] Alexander, R. (2004). *Towards dialogic teaching*. York: Dialogos
- [2] Alexander, R. (2008). *Essays on pedagogy*. London: Routledge.
- [3] Bakhtin, M.M. (1981). *The dialogic imagination (Michael Holquist, Ed., Caryl Emerson & Michael Holquist, Trans)*. Austin: University of Texas Press.
- [4] Johnstone, A. H. (1991). *Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem*. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75–83.
- [5] Kuula, J. (2015). Pedagoginen yhteyksien muodostaminen Jyväskylän yliopisto. Fysiikan laitos. Luk-tutkielma.
- [6] Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge*. Clevedon, OH: Multilingual Matters.
- [7] Mercer, N.(2008) *The Seeds of Time: Why Classroom Dialogue Needs a Temporal Analysis*. *Journal of the Learning Sciences*, 17:1, 33 — 59
- [8] Mercer, N. (2010), *The analysis of classroom talk: Methods and methodologies*. *British Journal of Educational Psychology*, 80: 1–14. doi: 10.1348/000709909X479853
- [9] Mortimer, E. F. ja Scott, P. H. (2003). *Meaning-making in secondary science classrooms*. Buckingham, UK: Open University Press
- [10] Myhill, D. ja Brackley, M. (2004). *Making connections: Teachers' use of children's prior knowledge in whole class discourse*. *British Journal of Educational Studies*, 52(3), 263–275.
- [11] Leach, J. ja Scott, P. (2003). *Individual and sociocultural views of learning in science education*. *Science & education*, 12; 91-113
- [12] Scott, P. ja Mortimer, E. and Ametller, J. (2011). *Pedagogical link-making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge*. *Studies in Science Education*, 43(1), 3-36.

- [13] Tiberghien, A., Cross, D. ja Sensevy, G. (2014), *The evolution of classroom physics knowledge in relation to certainty and uncertainty*. Journal of Research in Science Teaching, 51: 930–961. doi: 10.1002/tea.21152
- [14] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* Harvard university press, Cambridge, MA.

A Liite

Taulukossa on esitetty pedagogisista yhteyksien muodostuksista kuvaus, esimerkkitapaus ja sen tulkinta

Pedagogisten yhteyksien muodostamistapa	Kuvaus	Esimerkki	Tulkinta
Kansantajuinen ja tieteellinen tapa selittää asioita	Käsite voi olla jo ennestään tuttu ja oikein ymmärretty, jolloin se täytyy yhdistää osaksi muuta tieteellistä käsitteistöä. Jotkut käsitteet voivat olla puhkielessä aivan eri merkityksessä, jolloin ne täytyy erottaa selkeästi tieteellisestä käsitteestä.	Opettaja: tossa ollaan lähellä totuutta eli siis se oli aika hauska sanottu, että tää sieni saattaa sitä sitä nyrkkiä, että se ehtii hidastua ja sehän siinä on varmaankiin niinku juttu että et se hidastuminen tapahtuu suhteellisen pitkässä ajassa, kun taas jos lyöt tuohon, se tapahtuu valtaosan nopeesti ja tähän me voidaan lähteä miettimään sitä, että mikä se on se, et löytyiskö sieltä fysiikan puolelta ihan tota helposti tällanen ... selitys nii katoaan miten se Mitä se liikemäärän muutos laskettiin?	Opettaja yhdistää kansantajuisen käsitteen saattamisesta tieteelliseen käsitteeseen tilanteesta, jossa oppilas lyö seinää vasten olevaan taulusientä.

<p>Yhteyksien muodostaminen eri tieteellisten käsitteiden välille</p>	<p>Käsitteet yhdistetään toisiinsa osaksi suurempaa kokonaisuutta. Asioiden syvälinen ymmärrys edellyttää kykyä käsitellä useita käsitteitä yhtäaikaan ja niiden keskinäisten suhteiden ymmärrystä</p>	<p>Opettaja: niin eli voima kuvaa liikemäärän muutusta.. muutosnopeutta. No, jos nyt katotte tästä, täällä me todettiin, että tosa nyrkinlyönnessä toi liikemäärän muutos on aina sama. Mitäs tosta voitaa tästä yhtälöstä ratkaista eli että päästäis nimenomaan siihen liikemäärän muutokseen, mitä tulis siitä, jos ratkaset tosta ton liikemäärän muutoksen?</p>	<p>Opettaja yhdistää voiman käsitteen liikemäärän käsitteeseen kertomalla voiman kuvaavan liikemäärän muutosnopeutta.</p>
<p>Tieteellisten selitysten ja tosielämän ilmiöiden yhdistäminen</p>	<p>käsitteet yhdistetään tosielämän ilmiöihin, jolloin ne jäävät paremmin oppilaiden mieleen, eivätkä jää vain abstrakteiksi käsitteiksi.</p>	<p>Opettaja: joo huomenta, sisään vaan liikunnan kurssi, mut siellä täytyy sitten koko ajan muistella sitä, että miten nopeus muuttuu, kun laskeutellaan ja tehdä graafisia esityksiä lumihankeen ja ... kuinka paljon teitä on? ... Ilkka ja Harri ja sinä ja</p>	<p>Opettaja yhdistää fysiikan käsitteet liikunnan oppitunnin tapahtumiin.</p>

<p>Eri esitysmuotojen välinen yhdistäminen</p>	<p>Käsitteet ja ilmiöt voidaan kuvata monin eri esitystavo- in. Esimerkiksi kappaleen liike kaltevalla tasol- la voidaan kuvailla ker- tomalla kappaleen liuku- van mäkeä alaspäin, piir- tämällä tilanteesta paikka- aikakuvaaja tai kuvaamal- la kappaleen liikettä mate- maattisesti liikkeen perus- yhtälöiden avulla.</p>	<p>Opettaja: ... eli siinä on kolme erilaista mittausta ja, ja tota nyt te näitte ton liikkeen tossa ja samalla näitte minkälaiset kuvaajat tonne synty ja nyt tota miettikää hetken aikaa sitä, että mikä yhdistää näitä kuvaajia, mikä ominaisuus ja mikä nimenomaan siihen nopeuteen, liikkeen, et kuinka nopeesti se kelkka liikku. Ja piirtäkää samalla tota niin sinne vihkoon suunnilleen ton näkönen kuvaaja. ... ja eikä suinkaan siis tarvitse laittaa noita numeroarvoja, vaan ainoastaan siis ton näkönen, mikä tässä nyt on sitten, nyt varmaan rupee olemaan ne kuvat siellä, niin miettikää, että minkälaisesta liikkeestä noin suunnilleen tässä oli kyse ... ja voitte niin ku porukalla siellä rauhasa miettiä. Eli minkälaista liikettä tuo on? ... joo</p>	<p>Tilanteessa oppilaat joutuvat pohtimaan kolmen näkemänsä mittauksen ja niistä muodostettujen kuvaajien avulla, minkälaisesta liikkeestä oli kyse. Oppilaat joutuivat tekemään yhteyksiä eri esitysmuotojen välille.</p>
--	---	--	--

<p>Eri mittakaavojen ja esitystasojen välillä liikkuminen</p>	<p>Esitystavat voidaan jakaa makroskooppiseen, mikroskooppiseen ja symboliseen esitystasoon. Opetuksessa näiden välille täytyy pyrkiä tekemään selkeät yhteydet sekä ne täytyy myös erottaa toisistaan väärinkäsitysten välttämiseksi</p>	<p>Opettaja: tossa ollaan lähellä totuutta eli siis se oli aika hauska sanottu, että tää sieni saattaa sitä sitä nyrkkiä, että se ehtii hidastua ja sehän siinä on varmaankin niinku juttu että et se hidastuminen tapahtuu suhteellisen pitkässä ajassa, kun taas jos lyöt tuohon, se tapahtuu valtaavan nopeesti ja tähän me voidaan lähteä miettimään sitä, että mikä se on se, et löytyiskö sieltä fysiikan puolelta ihan tota helposti tällanen ... selitys nii katotaan miten se Mites se liikemäärän muutos laskettiin?</p>	<p>Tässä tilanteessa makroskooppisen tason tilannetta aletaan yhdessä miettiä symbolisella tasolla etsittäessä makroskooppiselle ilmiölle selitystä.</p>
<p>Yhteyksien muodostaminen analogioiden avulla</p>	<p>Analogioiden avulla opettaja selventää asiaa vastaavan, mutta helpommin ymmärrettävän esimerkin avulla.</p>	<p>Opettaja: kyllä se on vektori eli esimerkiksi kaksi kertaa vektori A, niin kyllä se on vektori, samalla tavalla tässä, on se, eli se on vektorisuure. Mutta meidän ei onneksi tarvitse kovin suurta huolta kantaa tässä, koska me tutkitaan vaan todella tällaisia vähän niinkun suoralla rautatiellä tapahtuvia juttuja. Pitää tietysti suunnat muistaa.</p>	<p>Opettaja kuvaa suoraviivaista liikettä suoralla rautatiellä selventääkseen tilannetta.</p>

Tieteellisen tarinan kehittäminen	Tässä keskitytään oleellisiin asioihin ja pyritään jatkuvuuteen koko opetuksessa. Opettaja pyrkii yhdistämään aiempien oppituntien oleelliset asiat sen hetkiseen tai tulevaisuudessa esille tulevaan opetettavaan asiaan.	Opettaja: tossa ollaan lähellä totuutta eli siis se oli aika hauskasti sanottu, että tää sieni saattaa sitä sitä nyrkkiä, että se ehtii hidastua ja sehän siinä on varmaankin niinku juttu että et se hidastuminen tapahtuu suhteellisen pitkässä ajassa, kun taas jos lyöt tuohon, se tapahtuu valtaosan nopeesti ja tähän me voidaan lähteä miettimään sitä, että mikä se on se, et löytyiskö sieltä fysiikan puolelta ihan tota helposti tällanen ... selitys nii katotaan miten se Mitä se liikemäärän muutos laskettiin?	Opettaja kertoo, että seuraavaksi haetaan tieteellistä selitystä ilmiölle. Lisäksi muistellaan aiemmin opetettua liikemäärää. Molemmat ovat mikroskaalan jatkuvuutta edistäviä tekoja
Luokkahuoneen aktiviteettien ohjaaminen	siirtymät aktiviteetista toiseen yhdistetään toisiinsa, jolloin ne eivät ole irrallisia, erillisiä palasia kokonaisuudesta.	Opettaja: No niin, oikeetaan tuota niin mä voisin antaa teille nyt yhden tehtävän tästä ratkaistavaksi, jossa vielä tarkistetaan se, että nää mallit tästä liikkeestä on mennyt perille ja että te osaatte muodostaa näitä graafisia esityksiä ja niin pois päin.	Opettaja kertoo, että seuraavaksi testataan opetetun asian ymmärrystä tehtävän avulla.
Oleelliseen tietoon keskittyminen	Oppitunnin oleellinen tieto saadaan huomion keskipisteeksi tekemällä yhteyksiä oppilaiden tai mieleenpainuvien ilmiöiden ja käsitteiden välille positiivisella vuorovaikutuksella.	Opettaja: sano nyt uudestaan, tää on todella tota merkittävä ja nyt kuunnella kaikki ja jos ette tiedä, niin kirjottakaa, se on nimittäin mielettömän hienosti formuloitu. Annappas tulla oikein kuuluvasti	Opettaja kehuu vuolaasti yhden oppilaan kertomaa vastausta, joka tiivistää hyvin opetetun asian. Näin tieto jää paremmin oppilaiden mieleen kun asia on jonkun toisen oppilaan esittämä ja opettajan kehu, eikä vain jokin opettajan kertoma
Yleiset lähestymistavat	Opettaja kehuu kaikkia vastauksia riippumatta vastausten laadusta tai esimerkiksi kehuu oppilaan ahkeruutta	Opettaja: Hienosti olet saanut tehtyä jo kaksi tehtävää	Opettaja kehuu oppilasta ilman yhteyttä tiettyyn opetettavaan asiaan.