

Pro gradu -tutkielma

**Formatiivinen arviointi ja siihen vaikuttavat
häiriötekijät yläkoulun biologian opetuksessa**

Sini Salonen



Jyväskylän yliopisto

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Biologia

16.04.2018

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Bio- ja ympäristötieteiden laitos
Biologian opettajankoulutus

Salonen, S.: Formatiivinen arviointi ja siihen vaikuttavat häiriötekijät
yläkoulun biologian opetuksessa

Pro gradu -tutkielma: 43 s., 10 liitettä s.

Työn ohjaajat: Dos. Jari Haimi

Tarkastajat: FT Matti Hiltunen ja Dos. Jari Haimi

Huhtikuu 2018

Hakusanat: ESRU-sykli, formatiivinen arviointi, häiriötekijät, keskustelusykli, opettajajohtoinen opetus, perusopetuksen opetussuunnitelma, tutkiva oppiminen

Uuden suomalaisen perusopetuksen opetussuunnitelman myötä vuorovaikutuksen merkitys korostuu yhä enemmän opetuksessa. Oppilaita aktivoivat tutkivan oppimisen työtavat ovat yleistyneet tavanomaisen opettajajohtoisen opetuksen rinnalla ja lisäksi painotetaan opetusmenetelmien monipuolisuutta sekä opetuksen eriyttämisen tärkeyttä. Viimeisimpien tutkimustuloksien tukena formatiivisen arvioinnin nähdään vaikuttavan sekä opettamiseen että oppilaiden oppimiseen positiivisesti. Formatiivinen eli jatkuva arviointi mahdollistaa opetuksen kohdentamisen ja muokkaamisen jo oppimisprosessin aikana. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää keskustelusykliä esiintymistä ja laatua opettajajohtoisessa sekä tutkivan oppimisen opetuksessa. Lisäksi selvitettiin häiriötekijöiden vaikutusta formatiiviseen arviointiin. Keskustelusykleillä tarkoitetaan ESRU-syklejä (Elicit, Student response, Recognize, Use), jotka ovat oppitunneilla esiintyviä keskustelurakenteita. Niiden on havaittu parantavan oppimistuloksia, ja tässä tutkimuksessa ne toimivat formatiivisen arvioinnin laadun mittareina. Tutkimuskohteena oli yläkoulun 9. luokan biologian viisi oppituntia. Tutkimuksessa

analysoitiin keskustelusyklejä, joita muodostui oppilaiden ja opettajan välille oppituntien aikana. Tutkimuskysymykset olivat 1) miten ESRU-sykliden määrään ja laatuun vaikuttaa opettajalle jo ennalta annettu ohjeistus avoimien kysymysten esittämiseen? ja 2) löytyykö tutkivassa oppimisessa sellaisia häiriötekijöitä, jotka aiheuttavat keskustelusykliden katkeamista siitä huolimatta, että opettaja tietoisesti yrittää luoda niitä ja selvittää oppilaiden ymmärryksen tasoa? Opettajan esittämät kysymykset oppituntien aikana kategorisoitiin avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin. Opettajalle ennalta annettu ohjeistus vaikutti ESRU-sykliden esiintymiseen hillitsevästi. Häiriötekijöitä esiintyi keskimäärin enemmän tutkivan oppimisen opetusmenetelmässä verrattuna opettajajohtoiseen opetukseen. Ennen ohjeistuksen antamista keskustelusykliden katkaisseita häiriötekijöitä havaittiin molemmissa opetusmuodoissa. Opettajalle ennalta annettu ohjeistus ja tietoinen keskustelusykliden luominen vähensi häiriötekijöistä johtuvia keskustelusykliden katkeamisia. Tutkimuksen laadullinen luonne ja pieni otanta mahdollisesti vaikuttivat osittain siihen, että hypoteesin vastaisesti opettajalle annettu ohjeistus formatiiviseen arviointiin, avoimien kysymysten esittämiseen ja keskustelusykliden ylläpitoon vähensi syklien esiintymistä oppituntien aikana.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science
Department of Biological and Environmental Science
Biology Teacher Education

Salonen, S.: Formative assessment and interfering factors affecting it in
teaching biology at secondary school
Master of Science Thesis: 43 p., 10 appendices p.
Supervisor: PhD Jari Haimi
Inspectors: PhD Matti Hiltunen, PhD Jari Haimi
April 2018

Key words: Core curriculum, discussion cycles, distraction, ESRU cycles, formative
assessment, inquiry-based learning, teacher-led learning

The importance of interaction is increasingly emphasized in teaching in the new Finnish core curriculum for basic education. Working methods that activate students have become more common and inquiry-based learning has challenged the usual teacher-led teaching. The latest findings show that formative assessment has a positive effect on both teaching and learning. Formative assessment enables teaching to be focused and modified during the learning process. The aim of this study was to find out the presence and quality of discussion cycles in teacher-led and inquiry-based learning and to study the effects of distractions on formative assessment. Discussion cycles refer to ESRU cycles (Elicit, Student response, Recognize, Use) which are discussion structures that are used during lessons. Previous studies have shown that they improve learning outcomes, and in this study they act as indicators of quality in formative assessment. Data of this study was gathered during five lessons of secondary school biology. The discussion cycles between the students and the teacher during the lessons were analysed. The study questions were 1) how does the teacher's previously given instruction for open questions affect the number and quality of the ESRU cycles? and 2) are there any distractions in inquiry-based learning that causes disruption of discussion cycles despite the fact that the teacher consciously tries to create them and find out the level of understanding of the

students? The questions asked by the teacher during the lessons were categorized into open-ended and closed-ended questions. Instructions given to the teacher decreased the appearance of ESRU cycles. On average there were more disturbances in inquiry-based learning compared to teacher-led instruction. Prior to the given instructions the discussion cycles interrupted by disturbances were detected in both teaching methods. Instructions that were given to teacher in advance and the conscious creation of discussion cycles reduced the disruption of discussion cycles due to distractions. The qualitative nature of the study and the small sample size obviously partly affected that contrary to the hypothesis, the instructions for formative assessment, open questions, and the maintenance of discussion cycles reduced the number of discussion cycles during lessons.

Sisältö

1. JOHDANTO	7
2. VUOROVAIKUTUS JA ARVIOINTI BIOLOGIAN OPETUKSESSA.....	8
2.1. Summatiivinen arviointi	8
2.2. Formatiivinen arviointi	9
2.3. Erilaiset tuntirakenteet biologian opetuksessa – opettajajohtoinen opettaminen ja oppilaita osallistavan tutkivan oppimisen ajatus	14
2.4. Formatiivinen arviointi biologian opetuksessa	17
2.5. Vuorovaikutuksessa esiintyvät oppilaiden ja opettajien väliset ESRU-syklit ...	18
3. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT	19
4. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	21
4.1. Tutkimusympäristö ja kohderyhmä.....	21
4.2. Tutkimuksessa käytetyt opetustavat (opetuskäsittelyt).....	21
4.3. Tutkimusaineisto ja kohdetuntien sisältö.....	21
4.4. Tutkimusaineiston analysointi.....	24
5. TULOKSET	28
5.1. Tuntirakenteen jakautuminen	28
5.2. Avoimet ja suljetut kysymykset sekä ESRU-syklit eri tuntirakenteissa.....	29
5.3. Häiriötekijät	32
6. TULOSTEN TARKASTELU	36
KIITOKSET.....	43
KIRJALLISUUS.....	43
LIITTEET	47
Liite 1. Lupalappu tutkimukseen osallistumista varten oppilaiden vanhemmille ..	47
Liite 2. Tuntisuunnitelmat ja materiaaleja oppitunneille	49
Liite 3. Materiaalit	52

1. JOHDANTO

Suomen koulumaailmassa on tapahtunut ja tulee lähivuosina tapahtumaan suuria muutoksia. Uusi perusopetuksen opetussuunnitelma (2014) otetaan käyttöön porrastetusti yläkoulussa vuosiluokilla 7-9 vuosien 2017-2019 aikana. Perusopetuksen opetussuunnitelma 2014 painottaa opetuksessa yhä enemmän oppilaiden aktivoimista ja toiminnallisia opetusmenetelmiä, sillä *”uudistuksen keskeisinä tavoitteina on vahvistaa oppilaan aktiivisuutta, lisätä opiskelun merkityksellisyyttä ja mahdollistaa onnistumisen kokemukset jokaiselle oppilaalle”* (Opetushallitus 2016). Opetusmenetelmiä halutaan monipuolistaa ja mm. tutkiva oppiminen on saanut lisää suosiota luonnontieteissä. Tutkiva oppiminen voidaan määritellä monin eri tavoin, mutta yleisesti sitä voidaan pitää tieteellisen ajattelun ilmentymänä, ja sen tavoitteena on harjaannuttaa oppilaita mahdollisimman monipuoliseen ajatteluun (Hakkarainen ym. 2000). Tavoitteena tutkivalla oppimisella on myös, että oppilas itse rakentaa tietonsa opittavasta asiasta eli ymmärtää oppimansa. Yli-Panulan (2005) mukaan ymmärtämistä voi tapahtua vasta tietyssä asiayhteydessä, tiettyyn tilanteeseen liittyen, jolloin puhutaan kontekstuaalisesta konstruktivismista. Tyypillistä konstruktivistiselle oppimiskäsitykselle on, ettei oppiminen perustu ulkoa opettelemiseen ja lähtökohtana opetukselle ovat oppilaiden aikaisemmat tiedot, käsitykset ja uskomukset (Jeronen 2005). Biologian opetuksessa tutkivan oppimisen avulla ohjataan oppilaita tutustumaan biologian tiedonhankinnan luonteeseen ja korostetaan yhteisöllisyyttä, ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä sekä opetellaan soveltamaan ja hyödyntämään opittuja taitoja ja tietoja omassa elämässä (Opetushallitus 2016).

Oppimisen arvioinnin merkitys korostuu opiskelua ohjaavissa työtavoissa (Hyppönen ja Linden 2009). Summatiivinen, tietyin väliajoin tapahtuva arviointi, on saanut rinnalleen formatiivisuuden näkökulman. Formatiivisessa arvioinnissa oppilas nähdään jatkuvasti kehittyvänä yksilönä, jonka oppimisen tueksi ja edellyttäjäksi tarvitaan jatkuvaa arviointia. Formatiivinen arviointi mahdollistaa opettamisen muokkaamisen oppimista tukevaksi, jolloin arviointi ja opettajan työ saadaan vastaamaan opetustarpeita (Black ja Jones 2006, Clark 2012). Uusi opetussuunnitelma korostaa jatkuvan arvioinnin merkitystä opetuksessa. Opetushallitus (2016) linjaa oppilaan arvioinnin monipuolistamista seuraavasti: *”Uusi opetussuunnitelma korostaa arviointimenetelmien monipuolisuuden lisäksi myös arviointia, joka ohjaa ja edistää oppimista. Oppilaan opintojen edistymisestä on annettava riittävän usein tietoa oppilaalle ja huoltajille. Palautetta annetaan muullakin tavoin kuin todistusten avulla.”*

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan opettajan ja oppilaiden välisten keskustelusyklariden hyödyntämistä formatiivisessa arvioinnissa biologian oppituntien aikana opettajajohtoisessa ja tutkivan oppimisen opetusmenetelmässä. Lisäksi havainnoidaan oppitunneilla esiintyviä häiriötekijöitä ja niiden vaikutuksia keskustelusyklariden laatuun.

2. VUOROVAIKUTUS JA ARVIOINTI BIOLOGIAN OPETUKSESSA

2.1. Summatiivinen arviointi

Summatiivisella arvioinnilla tarkoitetaan arviointia, jonka avulla pyritään luokittelemaan oppilaat tietyn taitotason mukaiseen järjestykseen, tiettyjen yleisten standardien mukaisesti. Taitotasoa mitataan esimerkiksi kurssi- ja lukukausikokeilla, välitenteillä tai muilla standardoiduilla testeillä kahden viikon, kuukauden tai

lukukauden/lukuvuoden jälkeen (Garrison ja Ehringhaus 2007). Summatiiviselle arvioinnille on siis ominaista mitata oppilaiden osaamista tietyllä hetkellä, jolloin saadaan raportoitua tietoa oppilaiden vanhemmille, oppilaille itselleen, muille opettajille ja muille kiinnostuneille osapuolille, kuten koulujen johtajille ja koulun tuloslistoille. Nämä tiedot ovat tärkeitä yleisen koulutuksen edistymisen kannalta, mutta ne eivät tue oppimista päivittäisessä opetuksessa (Harlen ja James 1997). Suomalaisissa kouluissa summatiivisen arvioinnin välineinä on yleensä käytetty jakso- ja/tai kurssikokeita sekä lukukauden jälkeen numeroarvioinnein jaettavia todistuksia. Koska osaamistason mittaaminen tapahtuu oppijakson jälkeen, voisi summatiivisen arvioinnin sanoa olevan enemmänkin työkalu opetusohjelmien ja opetuksen tehokkuuden sekä opetussuunnitelman yhdenmukaistamisen mittaamisen apuna. Jo oppimisprosessin aikana on tärkeää kerätä tietoa luokan osaamistasosta ja kohdistaa opetusta sellaisiin asioihin, jotka ovat haastavia, sisältävät virhekäsityksiä tai vaativat kertaamista. Läpi oppimisprosessin tapahtuvaan arviointiin tarvitaankin siis avuksi jatkuvaa eli formatiivista arviointia (Harlen ja James 1997, Garrison ja Ehringhaus 2007).

2.2. Formatiiivinen arviointi

Oppimisen tueksi ja osaamisen kehittymiseksi tarvitaan jatkuvaa, formatiivista arviointia (Heritage 2007, Boyle ja Charles 2014). Jatkuvalla arvioinnilla tarkoitetaan opettajan opetuksen aikana käyttämiä erilaisia keinoja, joilla hän kerää tietoa oppilaiden osaamistasosta. Formatiiivinen arviointi mahdollistaa opetuksen ja oppimisen mukauttamisen reaaliajassa. Opettaja pystyy arvioimaan opiskelijan ymmärrystä siinä vaiheessa, kun ajantasaiset muutokset opetuksessa voidaan vielä tehdä. Oppilaan tietämystä, ymmärrystä ja osaamista tarkastellaan monissa yhteyksissä. Arviointia ei voida käyttää formatiivisesti jos oppilaiden osaamistasoa mitataan vain ajoittain. Oppijat kehittyvät jatkuvasti, eivät ainoastaan kurssin,

lukukauden tai lukuvuoden päättyessä (Boyle ja Charles 2014). Formatiivinen arviointi voidaan ajatella käytännön opetuksena ja opettajan arvokkaana työkaluna (Guskey 2010). Se auttaa opettajia arvioimaan tulevia oppimistuloksia jo oppimisprosessin aikana opetuksen lähestyessä summatiivista arviointia, kuten kurssikoetta (Garrison ja Ehringhaus 2007). Oppilaiden osallisuus arviointiprosessissa on tärkeä tuki formatiiviselle arvioinnille. Oppilaiden tulee tunnistaa asetetut oppimistavoitteet, omat vahvuutensa ja heikkoutensa sekä olla mukana arvioijina niin oman kuin vertaisten oppimisen edistymisessä (Harlen ja James 1997, Guskey 2010). Oppilaiden oppimismotivaation kannalta tärkeässä roolissa ovat myös opettajan osallisuus ja omistautuminen (Garrison ja Ehringhaus 2007). Ei siis ole oleellista vain se, että opettaja kerää tietoa vaan myös se, miten hän keräämäänsä tietoa käyttää (Guskey 2010).

Formatiivista arviointia voidaan mahdollistaa ja tukea monella eri tavalla, kuten esimerkiksi Garrisonin ja Ehringhausin (2007) esittämällä toimenpiteillä:

- Oppilaiden kanssa yhdessä asetetut perusteet ja tavoitteet: Oppilaiden pitää ymmärtää ja tuntea oppimistavoitteet ja -kriteerit oppimisen saavuttamiseksi. Lisäksi he ovat mukana opetuksen suunnittelussa ja luokan käyttäytymismallien sekä normien määrittämisessä.
- Havainnointi: Opettaja kiertää luokassa oppilaiden joukossa ja havainnoi ovatko he ymmärtäneet tehtävänannon vai tarvitsevatko he vielä lisäohjeita. Havainnoimalla opettaja kerää tietoa oppilaiden osaamistasosta ja pystyy hyödyntämään sitä palautteen annossa sekä opetuksen suunnittelussa.
- Kyselystrategia: Kysymysten muotoilu on sisällytettävä opetuksen suunnitteluun. Hyvät kysymykset mahdollistavat syvällisempää pohdintaa ja antavat opettajalle enemmän tietoa oppilaiden ymmärryksen tasosta. Tällaiset kysymykset myös herättävät luokassa keskustelua ja paljastavat mahdollisia

virhekäsityksiä sekä laajentavat osaamista. Opettajan tulisi myös auttaa oppilaita tekemään parempia kysymyksiä.

- Itsearviointi ja vertaisarviointi: Auttaa luomaan oppimista edistävän ympäristön luokkahuoneessa. Oppilaat, jotka pohtivat ja arvioivat sekä omaa että muiden osaamista, kehittävät oppimistaan. Kun oppilaat ovat osallistuneet osaamistavoitteiden ja kriteerien määrittämiseen, he pystyvät myös itsearvioimaan oppimaansa. Vertaisarvioinnin kautta oppilaat pystyvät tunnistamaan osaamistavoitteet ja millaisia resursseja he vielä mahdollisesti tarvitsevat päästäkseen niihin.
- Oppilaiden oma kirjanpito: Auttaa oppilaita ymmärtämään paremmin omaa oppimistaan ja mahdollistaa oman edistymisen seuraamisen oppimistavoitteiden suhteen lähtötasosta nykyhetkeen.

Yllämainitut toimintatavat ovat kaikki integroitavissa formatiiviseen arviointiin. Konkreettisesti formatiivista arviointia voidaan toteuttaa esimerkiksi Visman (2018) arviointikaaviolla (verkkoselaimessa toimiva ohjelma), jota oppilas ja opettaja molemmat täyttävät kurssin aikana. Kaavioon lisätään opettajan arvio ja oppilaan itsearvio esimerkiksi jokaisen oppitunnin jälkeen. Arvioinnissa voidaan käyttää sekä numeerisia että kirjallisia arvioita. Näin koko kurssista piirtyy kaavio, josta näkyy oppilaan kehitys, ja jota pääsee seuraamaan koko kurssin ajan. Opettajan ja oppilaan arvioista piirtyy oma kuvionsa sekä niitä voi vertailla toisiinsa. Kaavion täyttämässä opettaja hyödyntää mm. oppitunneilla havainnoimalla ja kyselemällä keräämäänsä tietoa. Opettaja pystyy myös antamaan palautetta oppilaille henkilökohtaisesti ohjelman kautta sekä lisäämään itse arviointikriteerit, jotka on mietitty yhdessä oppilaiden kanssa.

Formatiivisella arvioinnilla on havaittu olevan positiivinen vaikutus oppilaiden oppimiseen, ja lisäksi uuden opetussuunnitelman (2016) arvioinnin tavoitteet tukevat

läpi prosessin jatkuvan arvioinnin toteuttamista. Formatiivisen arvioinnin on tarkoitus olla kannustavaa, ohjaavaa ja sen tulisi lisätä niin oppilaiden kuin opettajan motivaatiota oppimiseen ja opetukseen. Arviointiin liittyvän jatkuvan palautteen avulla oppilas tiedostaa paremmin edistymisensä ja tämänhetkisen osaamisensa sekä sen, mitä hänen täytyy vielä oppia päästäkseen hänelle asetettuihin tavoitteisiin (Kemppainen 2016). Formatiivisen arvioinnin avulla pyritään myös selvittämään oppilaiden lähtötasoa ja ennakkotietoja sekä mahdollisia virhekäsityksiä. Näiden tietojen avulla opetusta voidaan mukauttaa yksilöllisemmin. Oppimista edistävässä ja siihen osaksi lukeutuvassa formatiivisessa arvioinnissa otetaan huomioon myös sellaisia käyttäytymisen ja epäjohdonmukaisuuksien muotoja sekä ideoita ja taitoja, jotka summatiivisessa arvioinnissa luettaisiin ”virheiksi”. Formatiivisessa arvioinnissa nämä tarjoavat tärkeitä tietoja opetukseen (Harlen ja James 2007). Hughesin (2010) mukaan palautteen antaminen on avainasemassa formatiivisen arvioinnin prosessissa, sillä ”palaute on informaatiota kuilusta opettamisen ja oppilaiden osaamisen välillä”. Formatiivisen arvioinnin tehokkuus riippuu vähintään kahdesta tekijästä: palautteen laadusta ja palautteen hyödyllisyydestä opetuksen ja oppimisen mukauttamiseksi. Koulutuksen näkökulmasta formatiivisen arvioinnin määritelmässä oletetaan, että opiskelijan oppiminen tapahtuu kahdella tasolla, nykyisellä ja halutulla tasolla. Palautteen tietojen pitäisi vähentää ja lopulta poistaa näiden tasojen välinen kuilu. Lisäksi maksimaalisen vaikutuksen aikaansaamiseksi formatiivisen arviointimenetelmän tarjoamaa palautetta tulisi käyttää opettajan ja opiskelijoiden työskentelyn muokkaamiseen (Hughes 2010). Oppimista edistävän rakentavan palautteen tulee olla prosessin aikaista. Jos jokin on menossa vikaan, asiaan pitää puuttua silloin, kun se voidaan vielä korjata (Lonka 2001).

Informaalia formatiivista arviointia eli ”On-the-fly -arviointia” tapahtuu oppitunneilla yllätyksellisesti ja odottamatta. ”Teachable moment” eli mahdollisuus informaaliselle arvioinnille voi syntyä esimerkiksi tilanteissa, joissa opettaja kiertää

oppilaiden joukossa ja kuulee oppilaiden välisen keskustelun havaiten virhekesityksen. Opettaja voi reagoida tähän ja haastaa oppilaita lukemaan asiatekstin tarkemmin tai pohtimaan asiaa uudestaan muun muassa esittämällä johdattelevia jatkokysymyksiä (Shavelson ym. 2008). Informaali formatiivinen arviointi perustuu ajatukseen siitä, kuinka paljon päivittäiseen luokkatyöskentelyyn mahtuu potentiaalisia tilaisuuksia kerätä tietoa oppilaiden osaamisen tasosta arviointia varten. Nämä kerätyt tiedot voivat sisältää yhden tai useamman lähteen, esim. opiskelijoiden kysymykset, opiskelijoiden suulliset ja kirjalliset vastaukset tai opiskelija-opiskelija -keskustelut. Tiedot voidaan kerätä ajan kuluessa ja niitä hyödynnetään kokonaisarvioinnissa, jolloin rakennetaan kuva oppilaan ymmärryksen tasosta (Ruiz-Primo 2011).

Vuorovaikutusta opetustilanteessa pitävät yllä opettajan ja oppilaiden esittämät kysymykset. Opettaja ohjaa ja haastaa oppilaiden oppimista asettamalla erilaisilla kysymyksillä, jotka voidaan kategorisoida karkeasti avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin (Harlen 2006). Suljetuilla kysymyksillä opettaja varmistaa oppilaiden osaamista aiemmin opittuihin asioihin ja yksittäisiin faktoihin. Suljettuihin kysymyksiin oppilas voi vastata lyhyesti muutamalla sanalla. Avoimet kysymykset puolestaan haastavat oppilaan osaamista ja vaativat ajattelua sekä perustelemista (Harlen 2006). Torrence ja Pryor (2001) ovat tutkineet suljettujen ja avoimien kysymyksiä vaikutusta formatiiviseen arviointiin. Tutkimuksessa lähestymistavat jaettiin kahteen eri arviointityyliin, konvergenttiin ja divergenttiin formatiiviseen arviointiin. Konvergentissa formatiivisessa arvioinnissa arvioidaan tietäkö, ymmärtäkö tai osaako oppija tehdä ennalta määrätyn asian. Divergentti arviointi taas korostaa pikemminkin oppijan ymmärrystä eli on tärkeä selvittää mitä oppija tietää, ymmärtää ja voi tehdä. Erona näissä lähestymistavoissa korostuu nimenomaan se, että divergentti arviointi nähdään lähempänä nykypäivän käsityksiä oppimisesta, siinä käytetään avoimia kysymyksiä, vähemmän suunnittelua ja halutaan aidosti

selvittää, mitä oppilas ajattelee. Konvergentti arviointitapa on vähemmän formatiivista ja sisältää tyyliltään suljettuja kysymyksiä sekä tarkkaa suunnittelua. Divergentti formatiivinen arviointi suuntautuu enemmän tulevaisuuden kehitykseen kuin aikaisempiin tai nykyisiin oppimissaavutuksiin (Torrence ja Pryor 2001).

2.3. Erilaiset tuntirakenteet biologian opetuksessa – opettajajohtoinen opettaminen ja oppilaita osallistavan tutkivan oppimisen ajatus

”Biologian opetuksen tehtävänä on auttaa oppilaita ymmärtämään elämää ja sen kehittymistä, kartuttaa oppilaan luonnontuntemusta sekä ohjata oppilaita ymmärtämään ekosysteemien toimintaa, ihmisen elintoimintoja sekä perinnöllisyyden ja evoluution perusteita” (Opetushallitus 2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) painotetaan työtapojen valinnassa monipuolisuutta. Monipuoliset työtavat pitävät sisällään vuorovaikutusta ja yhteisöllisyyttä ottaen huomioon oppilaiden erilaiset tarpeet. Luonnontieteiden opetuksessa on tärkeä mahdollistaa oppilaille erilaisia kokemuksia ja antaa mahdollisuus tutustua tutkimusmenetelmiin sekä harjaannuttaa raportointiin, johtopäätösten tekemiseen sekä opitun soveltamiseen. Toiminnallisuus, kokemuksellisuus ja elämykset kehittävät oppilaiden taitoa pohtia arvovalintoja. Lisäksi oppilaat oppivat tarkastelemaan ilmiöitä ja erilaisia tietolähteitä kriittisesti (Opetushallitus 2014).

Perinteiset opettajajohtoiset työmuodot ovat olleet varsin yleisiä biologian opetuksessa osittain sen vuoksi, että ne ovat oppilaiden keskuudessa varsin suosittuja (Eloranta 2002, Palmberg 2005). Opettajakeskeiset opetusmuodot voidaan jakaa esittävään ja kyselevään opetustyyliin. Esittävää opetustyyliä voidaan käyttää esimerkiksi johdantona uuteen opittavaan asiaan tai yhteenvetona oppitunnin lopussa. Esittävä opetustyyli on luentotyyppistä toimintaa ja usein lyhytkestoista. Kyselevässä opetuksessa pyritään saamaan oppilaat ajattelemaan kyselemällä ja kysymystekniikka on tärkeää, jotta saadaan aikaan oppimista edistäviä

opetuskeskusteluja (Hyppönen 2004, Palmberg 2005). Nykyään opettajajohtoisessa opettamisessa pyritään yhä enemmän vuorovaikutukseen oppilaiden kanssa ja halutaan synnyttää aktiivisia keskusteluita oppilaiden sekä opettajan välille. Opettajan kyselevä ja haastava rooli mahdollistaa myös opettajajohtoisessa opetuksessa oppilaiden osallistamisen sekä aktiivisuuden ylläpitämisen. Parhaimmillaan opettajajohtoinen opetus voi olla hyvinkin tehokasta (Hyppönen 2004, Palmberg 2005).

"Tutkivalla oppimisella tarkoitetaan prosessia, jonka aikana haetaan järjestelmällisesti vastausta sellaiseen ongelmaan, jota ei voida ratkaista aikaisemmin hankitun tiedon varassa. Tämä ongelma voi olla käytännöllinen, nousta käytännön ja teorian yhteensovittamisesta tai olla luonteeltaan käsitteellinen. Ongelman ratkaisu tehdään etsimällä merkityksellistä uutta tietoa erilaisista tiedonlähteistä tai kokeilemalla käsitteellistyksiä kokeita tekemällä tai hankkimalla havaintoaineistoa" (Hakkarainen ym. 2004). Luonnontieteissä tutkivalla oppimisella on vahvat perinteet. Elorannan (2002) mukaan oppilaat pitävät biologian opetuksessa eniten toiminnallisuudesta ja sosiaalisesta kanssakäymisestä. Kokemuksellisuus ja kokeellisuus ovat biologian opetuksessa keskeisessä roolissa, jolloin ajatus tutkivasta oppimisesta tukee biologian opetuksen tavoitteita. Tutkivassa oppimisessa oppilaat saavat kokemuksia pienimuotoisten omien tutkimuksien toteuttamisesta. He pääsevät arvioimaan ja soveltamaan sekä kehittämään taitojaan ongelmanratkaisussa, tiedonhankinnassa, vuorovaikutuksessa sekä tieteellisessä ajattelussa ja päättelyssä (Hakkarainen ym. 1999). Oleellisena osana tutkivan oppimisen mallia on yhteisöllinen työskentely, jossa ajatuksena on oppilaiden keskenään jakama tieto, tiedon jalostaminen annetuista materiaaleista sekä toistensa ajatuksien tukeminen. Oppilaat työskentelevät yleensä pienryhmissä useita viikkoja kestävässä projekteissa, mutta pienimuotoisempaakin tutkivaa oppimista voidaan toteuttaa esimerkiksi muutaman oppitunnin pituisina kokonaisuuksina tai pohdintatehtävänä uuden aihepiirin aloitusvaiheessa. Tutkivassa oppimisessa

oppilaille annettu aihe voi olla opettajan suunnittelema tai oppilaat voivat suunnitella ja toteuttaa sen itse. Tutkivaa oppimista ei näin ollen voida määritellä yksiselitteisesti, vaan se edustaa luovaa oppimisprosessia, jossa tietoa hankitaan itsenäisesti mm. erilaisten tutkimuskysymyksiä ja ongelmanratkaisun kautta (Anderson 2002, Hakkarainen ym. 2004). Opettajan rooli on tutkivassa oppimisessä ohjaava. Opettaja luo edellytykset ongelmanratkaisuun yhteisöllisen toimintamallin mukaisesti, valmistele ohjeet, aikataulutuksen, työvälineet ja teeman sekä rakentaa oppimisympäristön siten, että oppilailla on mahdollisimman hyvät mahdollisuudet itsenäiseen työskentelyyn ja tutkivan oppimisen taitojen kehittämiseen. Asiantuntijana toimiminen ja työskentelyn tukeminen kuuluvat myös opettajan ohjaavaan rooliin (Lakkala 2012). Tutkivalla oppimisella on yleisesti havaittu olevan positiivinen vaikutus oppimistuloksiin (Anderson 2002, Ratinen 2016).

Tutkivan oppimisen työtapo soveltuu erinomaisesti biologisten asioiden opiskeluun, sillä biologian ilmiöt ovat usein vaihtelevia eteneviä tapahtumia ja vaativat näin ollen vaihtelevaa havainnoimista. Biologiset ilmiöt ja asiat ovat konkreettisia ja mitattavissa olevia, minkä vuoksi ne ovat lähellä oppijaa. Monet asiat ovat vaikeasti ymmärrettäviä, joten tutkiva oppiminen luo puitteet oppimislinkkien rakentelulle ja hierarkkisten tietojen kokoamiselle. Oppikirjat eivät sisällä riittävästi tutkimiseen ohjaavia kuvia ja tekstejä, jolloin tutkiva oppiminen tukee biologian tieteelle ominaista tiedonhankintaa ja tekee opiskelusta usein selvästi mielekkäämpää sekä motivoivampaa (Palmberg 2005). Luonnontieteissä ja erityisesti biologiassa käsitteiden hallitseminen on avainasemassa laajemman ymmärryksen ja kokonaiskuvan hallitsemisen kannalta. Oppilaiden ennakkotiedot on osattava huomioida. Esimerkiksi puutteellinen aihepiirin alakäsitteistön hallinta aiheuttaa ilmiön kokonaisvaltaisessa luonnontieteellisessä ymmärtämisessä suuria haasteita. Vaihtelevat tutkivan oppimisen menetelmät tukevat ja rohkaisevat monipuoliseen vuorovaikutukseen oppimisprosessin aikana, jolloin saadaan myös tärkeää tietoa

oppilaiden prosessitaidoista, jotka kertovat heidän ymmärryksensä kehittymisestä (Ratinen 2016).

2.4. Formatiivinen arviointi biologian opetuksessa

Jatkuva, formatiivinen arviointi biologian opetuksessa on merkittävässä roolissa myös perusopetuksen opetussuunnitelman sisällöissä. Rakentava ja kannustava palaute opintojen aikana tukee motivaation rakentumista ja tutkimustaitojen kehittymistä sekä auttaa oppilaita omien vahvuuksien löytämisessä. Oppilaille kerrotaan asetetuista tavoitteista ja he saavat säännöllisin väliajoin tietoa oman oppimisensa edistymisestä suhteessa biologian opetukselle asetettuihin oppimistavoitteisiin. Arviointi kohdistuu niin tiedolliseen osaamiseen kuin käytännön taitoihin erilaisissa oppimistilanteissa ja -ympäristöissä. Arvioinnin kohteena ovat oppilaan erilaiset taidot ja tiedot, joihin sisältyvät mm. kyky arvioida, tulkita, kerätä ja esittää erilaisia aineistoja sekä tehdä pienimuotoisia tutkimuksia niin koulussa kuin sen ulkopuolella. Lisäksi biologian opetuksen ja palautteen annon tavoitteena on kokonaisuudessaan kehittää oppilaiden työskentely- ja vuorovaikutustaitoja (Opetushallitus 2014).

Oppilaiden arkikokemuksiin perustuvat käsitykset voivat olla ristiriidassa kouluopetuksessa käsiteltävän tieteellisen tiedon kanssa (Eloranta ym. 2005). Biologiaan liittyvissä aihepiireissä monet virhekäsitykset voivat syntyä jo hyvin varhaisella iällä ja ovat siksi työläitä korjata. Uudet tiedot on sidottava oppijan aikaisempiin tietoihin, sillä esimerkiksi yläkoulussa yleisin syy oppilaiden virhekäsityksiin on käsitteiden sekoittuminen, mikä johtaa tiedon sirpaloitumiseen. Syy tähän on usein tiedon pinnallinen oppiminen ja kokonaiskuvan puuttuminen (Lewis ym. 2000, Eloranta ym. 2005). Eriyttäminen helpottuu formatiivisen arvioinnin kautta, kun tunnistetaan oppilaiden heikkouksia ja vahvuuksia yksilöllisemmin. Tämän tiedon avulla voidaan myös muokata opetusta kohderyhmän mukaan ja

keskittyä pidemmän aikaa asioihin, jotka tuntuvat haastavammilta kuin toiset. Formatiivisella arvioinnilla voidaan myös rohkaista hyödyntämään opittuja taitoja käytännössä ja auttaa ymmärtämään asioiden välisiä yhteyksiä sekä niiden näkemistä omassa arkipäivässä. Formatiivisen arvioinnin avulla on mahdollista selvittää tarkemmin oppilaan kykyä soveltaa, yhdistellä ja linkittää asioita toisiinsa.

2.5. Vuorovaikutuksessa esiintyvät oppilaiden ja opettajien väliset ESRU-syklit

Koululuokassa syntyy päivittäin useita dialogeja, joissa opettaja kysyy aloituskysymyksen, oppilas vastaa ja opettaja arvioi oppilaan vastausta. Opettajan vastaus on yleensä esimerkiksi kehu tai kommentti: "Oikein, hyvä vastaus!". Luokassa syntyvät keskusteludialogit ovat tyypillisesti jäsennelty monissa tutkimuksissa ns. IRE (Initiation-Response-Evaluation) -arviointikeskusteluiksi (Hall ja Walsh 2002, Lefstein ja Snell 2011), jotka koostuvat yllämainituista kolmesta komponentista. Lefsteinin ja Snellin (2011) mukaan malli on saanut jonkin verran kritiikkiä, sillä sen ajatellaan olevan haitaksi oppilaiden itsenäiselle ajattelulle ja oppimiselle. Keskusteludialogin kolmivaiheisessa rakenteessa kritiikki on kohdistettu siihen, että opettaja ja oppikirjat mielletään ainoana tiedonlähteenä ja oppilaat toistavat oppikirjoista lukemaansa tai aiemmin kuulemaansa. Myös oppituntien rakenne ajautuu herkästi siihen, että opettajat siirtyvät aiheesta toiseen ilman selkeää päättelyä. Kolmantena kritiikin kohteena ovat olleet vaikeampien kognitiivista ajattelua vaativien toimintojen puuttuminen (käsitteiden selittäminen, omien kantojen perusteleminen ja hankitun tiedon soveltaminen), jolloin opettaja tekee ajatustyön oppilaiden puolesta (Lefstein ja Snell 2011).

Kontrastiksi tälle yleiselle rakenteelle Ruiz-Primo ja Furtak (2006) halusivat laajentaa arviointikeskustelujen kategorisointia neljään eri komponenttiin, jolloin mukaan saatiin myös oppilaiden haastaminen ja asioiden perusteleminen, oppilailta kerätyn tiedon hyödyntäminen opetuksessa ja keskustelun sulkeminen niin, että saadaan

parempi käsitys oppilaan osaamisesta käsillä olevassa aiheessa (Ruiz-Primo 2011). Tutkimuksessa oppilaiden ja opettajien välille syntyvät keskustelut kategorisoitiin neljään eri vaiheeseen seuraavasti: E (elicit): opettaja kysyy oppilaalta kysymyksen tai selvittää jollain muulla tavalla oppilaan tietoja/ajatuksia, S (student response): oppilas vastaa opettajan esittämään kysymykseen tai oppilas kysyy kysymyksen, R (teacher response): opettajan reagointi oppilaan vastaukseen tai kysymykseen sekä opettajan mahdollinen jatkokysymys ja U (teacher uses): opettaja käyttää opetuksessaan hyödyksi oppilaalta saamaansa tietoa kehittääkseen oppilaan oppimista.

Esiintyessään yhdessä nämä vaiheet muodostavat vuorovaikutussyklin, jota kutsutaan ESRU-sykliksi. Syklin eri vaiheet kuvaavat luokan keskustelua paitsi kohdistettujen formatiivisten arviointikomponenttien (tiedon kerääminen, tulkitseminen ja toimiminen), niin myös liikkeiden (houkuttelevuus, vastaaminen ja reagointi) kautta. ESRU-syklin vaiheet tarjoavat opettajalle mahdollisuuden kerätä informaatiota oppilaiden osaamisen tasosta. Kerätyn tiedon vertaaminen opettajan omiin odotuksiin auttaa toimenpiteissä, joiden avulla oppilaat saadaan siirrettyä kohti oppimistavoitteita. Syklin hyödyn toteutuminen edellyttää, että opettaja kysyy kysymyksiä, joiden avulla oppilaat voivat jakaa ja esitellä ymmärryksensä tasoa mahdollisimman kattavasti (Ruiz-Primo ja Furtak, 2006).

3. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten ESRU-sykliden laatuun vaikuttaa opettajille jo ennalta annettu ohjeistus avoimien kysymyksien esittämiseen. Ennalta annetulla ohjeistuksella arviointiin saatiin mukaan osittain etukäteen suunniteltua

formatiivisuutta eikä se ollut pelkästään lennosta tapahtuvaa improvisointia. Lisäksi haluttiin tutkia millaisia häiriötekijöitä luokassa voi esiintyä ja kuinka ne vaikuttavat ESRU-sykliden laatuun. Oppituntien opetus toteutettiin osittain opettajajohtoisella opetuksella ja osittain tutkivan oppimisen kautta, jotta saatiin luotua vertailuasetelma eri opetusmenetelmien välille. Vertailun tarkoituksena oli selvittää, löytyykö tutkivassa oppimisessa sellaisia häiriötekijöitä, jotka edelleen aiheuttavat keskustelusykliden katkeamista siitä huolimatta, että opettaja tietoisesti yrittää luoda niitä ja selvittää oppilaiden ymmärryksen tasoa.

Tutkimuksen lähtökohtana käytettiin Laajalan (2016) esittämiä jatkokysymyksiä. Tutkimuskysymykset asetettiin seuraavasti:

- Miten ESRU-sykliden määrään ja laatuun vaikuttaa opettajalle jo ennalta annettu ohjeistus avoimien kysymyksien esittämiseen?
- Löytyykö tutkivassa oppimisessa sellaisia häiriötekijöitä, jotka aiheuttavat keskustelusykliden katkeamista siitä huolimatta, että opettaja tietoisesti yrittää luoda niitä ja selvittää oppilaiden ymmärryksen tasoa?

Hypoteesina ennen tutkimusta oli, että ennalta annettu ohjeistus opettajalle vaikuttaa ESRU-sykliden laatuun ja määrään positiivisesti, sillä opettaja osaisi tietoisesti luoda ja rakentaa kokonaisia keskustelusyklejä neljällä komponentilla. Lisäksi oletettiin, että häiriötekijöitä tulisi esiintymään enemmän tutkivan oppimisen osuuksissa vapaammasta työtavasta johtuen. Opettajalle ennalta annetun ohjeistuksen myötä tulisi kuitenkin näkymään ero häiriötekijöiden vaikutuksesta sykliden katkeamiseen, sillä ohjeistuksen jälkeen opettaja osaisi kiinnittää enemmän huomiota siihen, ettei keskustelusykli keskeydy mahdollisen häiritsevän tekijän vuoksi.

4. AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1. Tutkimusympäristö ja kohderyhmä

Tässä tutkimuksessa tutkittiin yhden suomalaisen yläkoulun 9. luokan oppilaita ja heidän opettajaansa. Ryhmä koostui 21 oppilaasta, joista 11 oli poikia ja 10 tyttöjä. Riippuen poissaoloista oppitunteilla oli paikalla 18–20 oppilasta. Opettaja oli ryhmälle uusi tuttavuus, sillä hän toimi sijaisena luokan omalle opettajalle. Sijaisopettajan ensimmäinen oppitunti ryhmälle oli tutkimuksen ensimmäinen kaksoistunti, mutta hän oli kuitenkin ollut seuraamassa luokkaa parin tunnin verran jo aikaisemmilla oppitunneilla.

4.2. Tutkimuksessa käytetyt opetustavat (opetuskäsittelyt)

Tutkimuksessa käytettiin opettajajohtoisen ja tutkivan oppimisen opetusmenetelmien lisäksi kahta erilaista opetuskäsittelyä. Ensimmäisessä käsittelyssä opettajalle ei avattu tutkimuksen tarkoitusta eikä annettu ennalta ohjeistusta formatiiviseen arviointiin. Toisessa käsittelyssä opettajan kanssa pidettiin n. 20 minuutin mittainen ohjeistustuokio, jossa avattiin formatiivisen arvioinnin käsitettä ja käytiin sanallisesti läpi ESRU-syklien idea. Lisäksi opettajalle annettiin vinkkejä avoimien kysymyksiä esittämiseen ja pyydettiin kiinnittämään huomiota siihen, etteivät keskustelusyklit jäisi keskeneräisiksi. Opettajalle avattiin vasta ohjeistuskeskustelussa myös tämän tutkimuksen idea ja lähtökohdat tarkemmin.

4.3. Tutkimusaineisto ja kohdetuntien sisältö

Tutkimuksessa käytetty aineisto kerättiin videoiden viiden biologian oppitunnin kulku. Tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden vanhemmilta kysyttiin lupa osallistumiseen lupalapuilla (ks. Liite 1), joissa oli taustoitettu tutkimusta ja sen

tarkoitusta sekä kerrottu anonymiteetistä. Videokuvasta rajattiin pois ne oppilaat, joilla ei ollut lupaa osallistua videointiin tutkimuksen aineistonkeruuvaiheessa. Videokamera asetettiin luokan takaosaan jalustalle, jota pystyi tarvittaessa kääntelemään kuvan kohdistamiseksi. Kamera oli kohdennettu siten, että osallistumisluvan saaneita oppilaita pystyttiin seuraamaan. Videokamera tallensi ääntä koko luokkatilasta ja tämän lisäksi opettajalla oli käytössään langaton mikrofoni, jonka kautta opettajien ja oppilaiden kahdenkeskiset keskustelut saatiin nauhoitettua. Kaikkien tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden anonymiteetti varmistettiin eikä tutkimuksessa käytettyjä aineistoja annettu kolmansien osapuolien käyttöön. Tutkimuksen videoaineistot tuhottiin tutkimustyön valmistumisen jälkeen.

Tutkimuksessa mukana olleiden biologian oppituntien aiheet käsittelivät perinnöllisyyttä. Kaikille oppitunneille olin tehnyt valmiiksi alustavat tuntisuunnitelmat (ks. Liite 2) ja materiaaleja (ks. Liite 3), joita opettaja sai muokata ja soveltaa opetuksessaan. Tuntien toteutus erosi paikka paikoin alkuperäisistä tuntisuunnitelmista, ja opettaja oli mm. siirtänyt aihekokonaisuuksia tunnilta toiselle selkeyttääkseen oppituntien rakennetta sekä viilannut aikatauluja ja sisältöjä oman näkemyksensä mukaan. Ensimmäiselle kaksoistunnille opettajalle ei annettu ohjeita opetukseen tai avattu tarkemmin tutkimuksen tarkoitusta. Ennen seuraavaa yksittäistä tuntia ja viimeistä kaksoistuntia opettajalle kerrottiin, mitä tutkimuksessa tutkitaan, ja ennen opetustunteja hänelle annettiin ohjeita opetuksen toteutukseen kahdenkeskisessä palaverissa. Tutkimuksessa tämä ohjeistuksen antaminen ja antamattomuus on nimetty käsittelyiksi. Oppituntien opetusmenetelminä käytettiin sekä opettajajohtoista opettamista että oppilaslähtöistä tutkivaa oppimista. Molemmissa käsittelyissä esiintyi kumpaakin opetusmenetelmää.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus 2016) määrittelee perinnöllisyyden aihepiirille tavoitteeksi, että *"oppilas oppii tuntemaan ihmisen perusrakenteen ja keskeiset elintoiminnot sekä käyttämään biologialle ominaisia käsitteitä sekä*

tiedonhankinta- ja tutkimusmenetelmiä". Tutkimuksessa tuntisuunnitelmat olivat rakennettu vastaamaan opetussuunnitelman keskeisiä tavoitteita ja sisältöjä. Ensimmäinen oppitunti oli jaettu opettajajohtoiseen ja tutkivan oppimisen osuuksiin. Opettajajohtoisessa osuudessa opettaja kävi läpi perinnöllisyyttä ja kromosomeja yleisesti, kun taas tutkivan oppimisen osuudessa oppilaat pääsivät muovailemaan ryhmissä muovailuvahalla mitoosin ja meioosin vaiheita. Osa oppilaista selvitti mitoosin, osa meioosin kulkua. Tämän jälkeen ryhmät yhdistyivät ja opettivat toisilleen omat tuotoksensa. Ryhmissä pohdittiin myös tavallisen solun ja sukusolun merkittävimpiä jakautumiseen liittyviä eroja. Toisella oppitunnilla oli tuntisuunnitelman mukaan tarkoitus eristää DNA:ta, mutta opettaja oli soveltanut sisältöjä siten, että tämä siirrettiin vasta viimeiselle kaksoistunnille. Tunnilla käytiin opettajajohtoisesti läpi DNA:n rakennetta ja alleeleita, tehtiin yhdessä muutama risteytystehtävä ja käsiteltiin niiden teoriaa. Tutkivan oppimisen vaiheessa oppilaat tekivät luokassa pienimuotoisen havainnointiin perustuvan tutkimuksen siitä, kuinka luokassa jakaantuivat vallitsevat ja peittyvät periytyvät ominaisuudet. Havainnoitavia ominaisuuksia olivat mm. kielen torvelle saaminen, nipukallinen korvanlehti ja pisamat. Oppilaat kiersivät luokassa ja tarkkailivat toisiaan ominaisuuksien suhteen sekä kirjasivat ylös tekemänsä havainnot. Tulokset purettiin opettajajohtoisesti keskustellen ja oppilaiden tekemät havainnot kirjattiin ylös yhteiseen, taululle heijastettuun taulukkoon. Viimeisellä kaksoistunnilla toteutettiin DNA:n eristämiseen liittyvä työ, jossa oppilaat muodostivat ryhmiä ja keräsivät DNA:ta posken limakalvolta. DNA:n eristämiseen käytettiin ruokasuolaa, etanolia ja astianpesuainetta. Opettajajohtoisessa osuudessa tällä oppitunnilla käsiteltiin mm. erilaisia mutaatioita.

4.4. Tutkimusaineiston analysointi

Aineistoa analysoitaessa litteroitiin nauhoilta oppituntien ajalta opettajien ja oppilaiden väliset keskustelut, jotka liittyivät opetettavaan aihepiiriin. Lisäksi litteroitiin muut keskustelut, sillä haluttiin etsiä tilanteita, jotka saattoivat aiheuttaa muodostuvien keskustelusyklar katkeamista tai niiden esiintymättömyyttä sekä muulla tavoin häiritä tunnin etenemistä. Aineistosta havainnoitiin myös katsoen ja kuunnellen sellaisia häiriötekijöitä, jotka olivat osallisina keskustelusyklar katkeamiseen. Keskustelusyklar katkaisevilla häiriötekijöillä tarkoitetaan tekijöitä, joiden vuoksi sykli katkeaa kesken tai sykli katkeaa, mutta jatkuu myöhemmin. Muihin häiriötekijöihin luetaan sellaiset tekijät, jotka eivät katkaise syklejä, mutta aiheuttavat muuten opettajan puuttumisen toimintaan, kuten esimerkiksi huomautus hatusta tai musiikinkuuntelusta. Nämä häiriötekijät voivat esiintyä kesken syklar, mutta eivät katkaise sitä, vaan keskustelu jatkuu heti. Esiintyneet kysymykset, keskustelusyklar ja häiriötekijät laskettiin nauhoitteista yksi kerrallaan. Keskustelusyklar alkamis- ja päättymisajankohta päätettiin komponenttien esiintymisen mukaan, mitä on avattu myöhemmin tässä kappaleessa.

Nauhoitteilta laskettiin opettajan esittämät kysymykset ja jaettiin ne ensin suljettuihin ja avoimiin kysymyksiin. Suljetuilla kysymyksillä tarkoitetaan kysymyksiä, joihin oppilas voi vastata joko "kyllä" tai "ei" tai vaihtoehtoisesti yhdellä/muutamalla sanalla esimerkiksi opettajan tiedustellessa osoittamaansa kuvaa tai faktatietoa. Myös kysymykset, joihin opettaja antaa valmiiksi vastausvaihtoehdot luokiteltiin suljettuihin kysymyksiin. Suljettuihin kysymyksiin ei laskettu oppilaiden esittämiä suljettuja kysymyksiä eikä opetettavaan aiheeseen liittymättömiä kysymyksiä, esimerkiksi kun opettaja yrittää saada jonkun oppilaan vastaamaan kysymykseen. Käytännössä suljettuja kysymyksiä olivat siis tässä tutkimuksessa opettajan esittämät suljetut kysymykset. Myös suljetuista kysymyksistä oli mahdollista muodostua ESRU-sykli. Sykliksi laskettiin vasta sykli, josta löytyivät E- ja S-komponentit.

Avoimiksi kysymyksiksi luokiteltiin sellaiset kysymykset, joihin oppilas joutui perustelemaan ja selittämään vastauksensa. Jako avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin perustuu siihen, että korkean kognitiivisen tason kysymyksien on tutkittu vaikuttavan oppilaiden oppimiseen positiivisesti (Winne 1979). Lisäksi Torrance ja Pryor (2001) osoittivat avoimien kysymyksien tukevan formatiivista arviointia. Avoimet kysymykset luokiteltiin siis tässä tutkimuksessa korkean kognitiivisuusasteen kysymyksiksi ja suljetut matalan kognitiivisuusasteen kysymyksiksi (Harlen 2006, Laajala 2016). Aineistosta poimittiin esimerkkejä kysymystyypeistä ja perusteltiin niiden jaottelua tutkimuksessa käytetyn luokittelun selventämiseksi (Taulukko 1).

Taulukko 1. Aineistosta poimittuja opettajan esittämiä avoimia ja suljettuja kysymyksiä sekä niiden perustelut.

Opettajan esittämä avoin kysymys	Perustelu
<p>Minkä takia sukusoluissa on 23 kromosomia?</p> <p><i>DNA:n eristämässä keskustellaan kromosomien lukumäärästä ja opettaja esittää jatkokysymyksen: Parikymmentä kromosomia, eli minkäslainen näyte teillä olisi?</i></p>	<p>Opettaja kysyy oppilailta soveltavan kysymyksen, jossa he joutuvat hyödyntämään aiemmin oppimaansa tietoa sekä pohtimaan syy-seuraus- suhteita.</p> <p>Opettaja pyytää oppilaita omin sanoin selittämään, minkälainen näyte heillä on ja käyttämään hyväksi tietoa siitä, että näytteessä on tietty määrä kromosomeja.</p>
Opettajan esittämä suljettu kysymys	Perustelu
<p><i>Opettaja osoittaa muovailuvahalla muovailtua kuvaa:</i></p> <p>Onko teille nyt selvää mitä tässä niin kun tapahtuisi?</p> <p>Kumpi solunjakautuminen on kyseessä? Onko siittiösolun vai munasolun vai tavallisen solun?</p>	<p>Opettaja kysyy oppilailta onko kuvan tilanne selvä vai ei, oppilaat vastaavat tähän joko kyllä tai ei.</p> <p>Opettaja antaa oppilaille suoraan kolme vastausvaihtoehtoa.</p>

Vertailukelpoisuuden vuoksi komponenttien ilmiössä on käytetty apuna Laajalan (2016) kategorisointia, ja ilmiötä on lisäksi avattu esimerkein ymmärryksen helpottamiseksi (Taulukko 2). Kokonaisiksi ESRU-sykleiksi tulkittiin syklit, joissa esiintyvät kaikki komponentit. Formatiivisen arvioinnin kannalta keskeneräisiksi tai vajaiksi sykleiksi tulkittiin syklit, joissa ei esiintynyt kaikkia komponentteja eli esimerkiksi ESR- ja ES-tyyppiset syklit. SR- ja SU-sykleiksi tulkittiin sellaiset oppilaan aloittamat keskustelut, joissa oppilas aloitti kysymällä kysymyksen, ja jonka opettaja päätti vastaukseensa.

Taulukko 2. ESRU-sykliden komponenttien jako ja esimerkkejä niiden tunnistamista varten.

Komponentti	Ilmiö	Esimerkki
E	Opettajan esittää kysymyksen oppilaalle/oppilaille kartoittaen oppilaiden ymmärrystä ja osaamista	Kysymyksen muoto esim.: Selitä, mitä tarkoittaa... Kumpi näistä on... Mikä tämä kuvassa on.. Osaatko sanoa, miksi...
S	Oppilas vastaa opettajan esittämään kysymykseen Oppilas ilmaisee, ettei osaa vastata opettajan kysymykseen Oppilas esittää kysymyksen	Oppilas vastaa suoraan opettajan kysymykseen Oppilas esittää vastakysymyksen opettajalle Oppilas ei vastaa/osaa vastata opettajan kysymykseen Oppilas vastaa väärin opettajan kysymykseen
R	Opettaja reagoi oppilaan vastaukseen	Opettaja toistaa oppilaan vastauksen Opettaja vahvistaa oppilaan vastauksen oikeaksi Opettaja toteaa vastauksen vääräksi Opettaja esittää tarkentavan jatkokysymyksen Opettaja ilmaisee muuten reagoimalla esim. nyökäten, että on saanut vastauksen

U	<p>Opettaja esittää oppilaan tietämystä haastavan jatkokysymyksen</p> <p>Opettaja vastaa oppilaan kysymykseen ja syventää oppilaan tietämystä</p> <p>Opettaja käyttää oppilaalta saamaansa tietoa hyväksi opetuksessaan</p>	<p>Opettaja haastaa oppilaiden tietämystä</p> <p>Opettaja pyytää oppilasta etsimään tietoa ja näin syventämään tietämystään</p> <p>Opettaja täsmentää oppilaan vastausta tai käyttää hyväkseen saamaansa tietoa ja syventää/muokkaa opetustaan sen perusteella</p>
---	---	--

Kerätyt keskustelusyklit kategorisoitiin tarkemmin riippuen siitä, miten keskustelusykli oli saanut alkunsa. Syntymekanismejä havaittiin olevan kolmenlaisia:

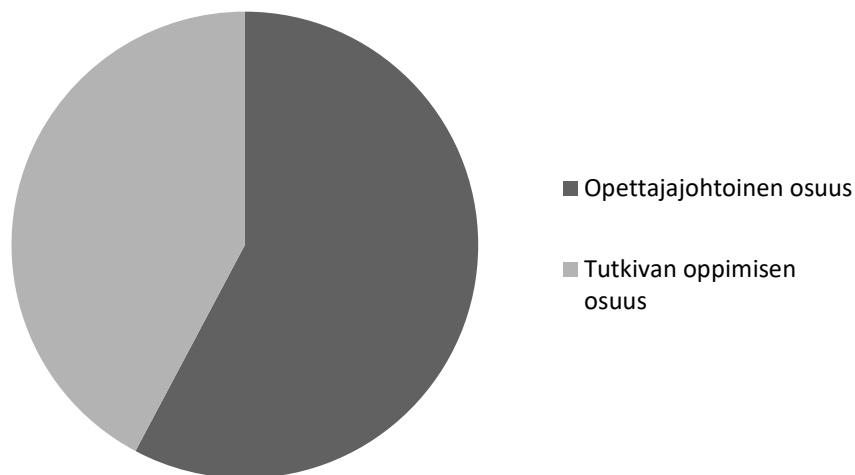
- Opettajan esittämä yksittäinen kysymys tai useita johdattelevia kysymyksiä.
- Oppilaan esittämä kysymys tai vastaus opettajan kysymykseen, josta käy ilmi virhekäsitys tai muu yllättävä asia, esimerkiksi, ettei oppilas ymmärrä tehtävänantoa tai opetuksen sisältöä.
- Oppilaista johtuvat häiriötekijät, joihin opettaja joutuu puuttumaan ja jotka muuttavat opetuksen etenemistä. Esimerkiksi oppitunnin häirintä musiikkia kuuntelemalla, koska annettu tehtävä on haastava eikä oppilas osaa sitä (keskittyminen siirtyy muualle). Puuttumalla häiriötekijään opettaja huomaa oppilaan haasteet ja auttaa häntä tehtävän kanssa sekä mahdollisesti selventää tehtävänantoa koko ryhmälle.

Kaikki esiintyneet keskustelusyklit laskettiin siis yksitellen ja lisäksi kategorisoitiin esiintyikö keskustelusykli opettajajohtoisessa vai tutkivan oppimisen vaiheessa. Samassa yhteydessä määriteltiin myös, oliko sykli kokonainen vai jäikö se vajaaksi ja johtuiko syklin katkeaminen häiriötekijästä.

5. TULOKSET

5.1. Tuntirakenteen jakautuminen

Lopullinen tuntirakenteen jakautuminen opetusmenetelmiin pystyttiin tulkitsemaan vasta tutkimuksen toteuttamisen jälkeen. Opettajajohtoisin osuuksiin käytettiin oppitunneista keskimäärin enemmän aikaa kuin tutkivan oppimisen osuuksiin (Kuva 1). Opettajajohtoisen osuuden kesto ensimmäisellä kaksoistunnilla oli 50 minuuttia ja tutkivan oppimisen osuuden 40 minuuttia. Toisella oppitunnilla opettajajohtoisen osuuden kesto oli 35 minuuttia, tutkivan oppimisen osuuden 10 minuuttia. Viimeisellä kaksoistunnilla opettajajohtoisen ja tutkivan oppimisen osuuksien kestot olivat molemmat 45 minuuttia.



Kuva 1. Tuntirakenteen jakautuminen opetusmenetelmiin yhteenlaskettuna viiden oppitunnin aikana.

5.2. Avoimet ja suljetut kysymykset sekä ESRU-syklit eri tuntirakenteissa

Tutkimuksessa tulkittiin ja laskettiin oppituntien aikana esitettyjä avoimia ja suljettuja kysymyksiä sekä ESRU-syklejä (Taulukko 3). Sykleihin sisältyi paljon sekä suljettuja että avoimia kysymyksiä (jatko- ja johdattelevat kysymykset) johtuen muun muassa opettajan kyselevästä opetustyylistä. Suljettuja kysymyksiä esiintyi keskimäärin 50 kpl/oppitunti ja avoimia kysymyksiä 35 kpl/oppitunti. Opettajajohtoisessa osuudessa suljettujen kysymyksien määrä oli keskimäärin oppituntia kohden 27 kpl ja avoimien kysymyksien määrä oppituntia kohden 24 kpl. Tutkivassa oppimisessa suljettuja kysymyksiä tulkittiin n. 22 kpl ja avoimia 11 kpl opetusmenetelmän aikana. Suljettujen, matalan kognitiivisen tason kysymyksien määrä oli siten keskimäärin suurempi kaikissa oppituntien osuuksissa ja molemmissa opetusmenetelmissä.

Taulukko 3. Oppituntien aikana eri tuntirakenteissa ja käsittelyissä havaitut avoimet ja suljetut kysymykset sekä ESRU-syklit kappalemäärinä ilmaistuina. O-osuus = Opettajajohtoinen osuus, T-osuus = Tutkivan oppimisen osuus, Ei-ohjeistusta= Opettajalle ei annettu ohjeistusta, Ohjeistus = Opettajalle annettiin ohjeistusta ja vinkkejä formatiiviseen arviointiin.

	1.oppitunti / O-osuus/ Ei- ohjeistusta	1.oppitunti / T-osuus/ Ei- ohjeistusta	2.oppitunti / O-osuus/ Ohjeistus	2.oppitunti / T-osuus/ Ohjeistus	3.oppitunti/ O-osuus/ Ohjeistus	3.oppitunti / T-osuus/ Ohjeistus
Avoim kysymys	34	17	21	1	18	15
Suljettu kysymys	41	31	14	5	27	31
Kokonainen ESRU-sykli	15	13	8	1	9	7
Kesken jäänyt/vajaa ESRU-sykli	10	9	12	4	15	14

Ensimmäisellä oppitunnilla tutkivan oppimisen osuudessa syklit olivat pidempiä kuin saman oppitunnin opettajajohtoisessa opettamisessa johtuen komponenttien suuresta määrästä saman syklin aikana. Taulukossa 4 on yksi ainutkertainen aineistosta poimittu esimerkki tällaisesta keskustelusykylistä. Sykliä piti olla paikka paikoin vaikea tulkita, sillä oppitunnin eteneminen oli nopeatahtista ja kysymyksiä esitettiin tiheään tahtiin. Lisäksi tietyt komponentit (E ja S) saattoi esiintyä toistuvasti yhdessä keskustelusykyssä ja uuden syklin alun tulkinta oli tämän vuoksi haastavaa. Toisella oppitunnilla tutkivan oppimisen osuudessa suuresta osasta syklejä puuttui E-komponentti, koska syklit alkoivat oppilaan esittämällä kysymyksellä jääden sen vuoksi vajaiksi. Kolmannella oppitunnilla opettajajohtoisessa osuudessa tehtiin hetki sanaselitystehtävää parin kanssa, jolloin esiintyi paljon opettajan suljettuja kysymyksiä esimerkiksi muodossa *"Miten menee?"*. Samalla oppitunnilla tutkivan oppimisen osuus purettiin kysely-tyyppisesti opettajan johdolla, mikä sai aikaan paljon syklejä. Tällöin esiintyi runsaasti matalan kognitiivisen tason suljettuja kysymyksiä opettajan tiedustellessa vastauksia. Tutkivan oppimisen osuudessa havaittiin kolmannella oppitunnilla myös paljon oppilaiden esittämiä kysymyksiä, joihin opettaja vastasi lyhyesti. Nämä olivat SR- ja SU-syklejä.

Kun opettajalle ei annettu ennalta ohjeistusta formatiiviseen arviointiin, havaittiin enemmän kokonaisia ESRU-syklejä (Taulukot 3 ja 4) molemmissa tuntirakenteissa kuin ohjeistusta etukäteen annettaessa. Kokonaisten syklien määrä oli myös suurempi verrattuna keskenjääneiden tai vajaiden syklien määrään ennen ohjeistusta. Vastaavasti ohjeistuksen jälkeen keskenjääneitä ja vajaita ESRU-syklejä esiintyi keskimäärin enemmän verrattuna kokonaisten syklien määrään. Ainoastaan toisella oppitunnilla opettajalle annetun ohjeistuksen jälkeen havaittiin yhteensä enemmän avoimia, korkean kognitiivisen tason kysymyksiä kuin suljettuja kysymyksiä.

Taulukko 4. Aineistosta poimittu kokonainen keskustelusyksi, jonka sisällä on opettajan esittämiä jatkokysymyksiä. Taulukkoon on merkitty litteroitu keskustelu ja määritelty ESRU-syklän komponentit sekä kommentoitu komponentin valintaa.

Keskustelu	ESRU-komponentti	Kommentti
Opettaja: Mites keksittekö mistä muusta me oltas voitu tehdä tää sama koe me käytettiin nyt limakalvon soluja niin oisko sitä dnata voinu saada jostain muualtakin?	E	Opettaja esittää avoimen kysymyksen oppilaille.
Opettaja: Oppilas nyökyttelee et oishan sitä voinu mistä?	E	Opettaja jatkaa kysymystä.
Oppilas: No onhan sitä nyt aikalailla missä vaan et vaikka leikkaa sormen irti	S	Oppilas vastaa opettajan esittämään kysymykseen.
Opettaja: Se ois ehkä vähän raffii tänne koulumaailmaan eikö?	R	Opettajan reagoi oppilaan kysymykseen esittäen suljetun jatkokysymyksen.
Oppilas: Mut eiks siitä saa?	S	Oppilas vastaa esittäen kysymyksen.
Opettaja: No jos me otettas sormesta jotain soluja niin siellä on kyllä ihan samalla tavalla kyllä dna:ta että kyllä me varmaan sieltä jotain irti saatas tuleeks mieleen jotain hieman vähemmän kohtalokasta tapaa eristää dnata?	R	Opettaja vahvistaa vastauksen oikeaksi ja haastaa oppilaan tietämystä jatkokysymyksellä.
Oppilas: No vaikka raapii kättä	S	Oppilas vastaa opettajan kysymykseen.
Opettaja: Ja siitä tulis niitä ihon pintasoluja?	R	Opettaja reagoi oppilaan vastaukseen ja esittää tarkentavan suljetun jatkokysymyksen.
Oppilas: Niin	S	Oppilas vastaa opettajan kysymykseen.

Opettaja: No se ois kyllä ihan toimiva tapa myös hyvä	R	Opettaja vahvistaa oppilaan vastauksen oikeaksi.
Opettaja: <i>Opettaja kertoo mistä muualtakin voi saada kun ihmisestä koska DNA:ta on kaikissa eliöissä...</i>	U	Opettaja käyttää hyödykseen keskustelussa keräämäänsä tietoa oppilaiden osaamisen tasosta ja syventää aihetta kertomalla DNA:sta ja mistä sitä voi saada.

5.3. Häiriötekijät

Oppitunneilla havaittiin useita erilaisia häiriötekijöitä (Taulukko 5). Ensimmäisellä kaksoistunnilla luokassa puhallettiin paperinpalasia, ja tähän opettaja puuttui muutamaan otteeseen. Paperinpalasien puhaltelu aiheutti myös keskustelusyklin katkeamisen (Taulukko 6). Muita esiintyneitä häiriötekijöitä olivat mm. hatun ja/tai hupun pitäminen oppitunnin aikana sekä muovailuvahalla muovaileminen ilman alustaa niin, että pulpetti sotkeentui. Lisäksi opettaja joutui huomauttamaan musiikin kuuntelemisesta ja luokassa vaeltamisesta. Tutkivan oppimisen osuuksissa esiintyi enemmän häiriötekijöitä verrattuna opettajajohtoiseen opetukseen. Opettajalle annettu ohjeistus vaikutti positiivisesti siihen, etteivät häiriötekijät katkaisseet keskustelusyklejä oppitunnin aikana. Kolmannella oppitunnilla opettajajohtoisessa osuudessa hatusta huomauttaminen onnistui kuitenkin katkaisemaan keskustelusyklin. Häiriötekijöitä esiintyi oppitunneilla jonkin verran, mutta opettaja ei huomioinut niitä jokaisella kerralla. Samasta häiriötekijästä saatettiin kuitenkin huomauttaa useamman kerran ja osassa opettaja reagoi häiriötekijään pelkästään katseella. On huomioitava, että kaikkia opettajan reagoiteja ja häiriötekijöitä ei välttämättä tallentunut videonauhalle, sillä kamera oli kohdistettuna vain osaan luokkatilasta (näkyvä oli luokkahuoneen takaa) ja ääninauhoitteella esiintyi myös

osuuksia, joista ei saanut selvää. Esimerkiksi matkapuhelimien käyttöä kesken oppitunnin oli videonauhalla hyvin vaikea seurata, mutta ääninauhoitteen perusteella voidaan todeta, ettei häiriöitä niiden suhteen esiintynyt kuin musiikinkuuntelun osalta.

Taulukko 5. Oppituntien aikana eri tuntirakenteissa ja käsittelyissä esiintyneet häiriöiden lukumäärät. O-osuus = Opettajajohtoinen osuus, T-osuus = Tutkivan oppimisen osuus, Ei-ohjeistusta= Opettajalle ei annettu ohjeistusta, Ohjeistus = Opettajalle annettiin ohjeistusta ja vinkkejä formatiiviseen arviointiin.

	1.oppitunti / O-osuus/ Ei- ohjeistusta	1.oppitunti / T-osuus/ Ei- ohjeistusta	2.oppitunti / O-osuus/ Ohjeistus	2.oppitunti / T-osuus/ Ohjeistus	3.oppitunti / O-osuus/ Ohjeistus	3.oppitunti / T-osuus/ Ohjeistus
Syklin katkaisevat häiriötekijät	1	2	0	0	1	0
Muut häiriötekijät	1	2	0	0	0	5

Taulukko 6. Aineistosta poimittu keskustelusykli, jonka katkaisee häiriötekijä. Taulukkoon on merkitty litteroitu keskustelu ja määritelty ESRU-syklin komponentit sekä kommentoitu komponentin valintaa.

Keskustelu	ESRU- komponentti	Kommentti
Opettaja: Niin on, ihan oikein. No kuinka monta kromosomia siitä teidän näytteestä löytyisi?	E	Opettajan esittämä avoin kysymys oppilaalle.
Oppilas 1: No varmaan yli parikymmentä	S	Oppilaan vastaus.
Opettaja: Parikymmentä, eli minkäslainen näyte teillä ois?	R	Ei U, koska liian lyhyt.

Oppilas 1: Se olis se...	S	Oppilaan vastaus.
Opettaja: Pojat hei! Oli vissiin puhetta siitä touhusta mitä nyt teitte ettekä varmaan ehdoin tahdoin haluu että tarttee aina laittaa jotain ikäviä Wilma-viestejä tai muuta.		Sykli katkeaa, häiriötekijänä ilmenee poikien paperinpalojen puhaltelua luokassa.
Oppilas 2: Älä laita!		
Opettaja: Niin, en laita jos homma pysyy kondiksessa. Hyvä, mut tää oli nyt vähän niin kun...		
Oppilas 2: Varoitus		
Opettaja: Niin ja viimeinen sellainen		

Osasta oppitunneilla esiintyneistä työrauhaa häiritsevistä tilanteista syntyi myös formatiivista arviointia sisältäviä keskustelusyklejä. Opettaja puuttui häiriökäyttäytymiseen ja esitti tämän jälkeen jatkokysymyksen siitä, onko oppilaille selvää, mitä tehtävässä piti tehdä ja ovatko he ymmärtäneet mitä siinä tapahtuu. Ilman häiriökäyttäytymistä opettaja ei välttämättä olisi tiedustellut oppilaiden ymmärryksen tasoa tehtävästä, eikä näin ollen olisi saanut selville, missä kohdassa oppilailla oli haasteita. Esimerkki tällaisesta keskustelusykleistä on taulukossa 7.

Taulukko 7. Oppitunnilta poimittu tilanne ryhmätyöskentelystä, jossa opettaja puuttuu oppilaan häiriökäyttäytymiseen ja tiedustelee sen jälkeen onko ryhmän jäsenille selvää, mitä tehtävässä tapahtuu ja miksi.

Keskustelu	ESRU-komponentti
Opettaja: Laita pikkasen pienemmälle, itte voit kuunnella ja muotoile sillä lailla että siinä on joku paperi alla ettei oo pulpetti...	
Oppilas 1: Eihän toi oo paha, lähtee suolahapolla	
Opettaja: Niin no mutta meillä ei nyt suolahappoa tähän hätään oo niin	
Opettaja: Hienoa, että oot päässyt askartelun makuun mutta tosissaan	
Oppilas 1: Kato tätä juomapulloa!	
Opettaja: Niin näyttää onks teillä selvää mitä tuossa tapahtuu ja miks tuossa tapahtuu noin?	E
Oppilas 2: Mää yritän selvittää sitä...	S
Opettaja: Eli yksi	R
Oppilas 2: Tossa on niin kun ne vastinkromosomit ja sitten ne kahdentuu	S
Opettaja: Joo	R
Oppilas 2: Ja sit tulee noita ja sit ne niin kun erkaantuu toisistaan ja sit ne kromosomien määrä puolittuu onko näin?	S
Opettaja: Eli	R
Oppilas 2: Ja sit DNA on kahdentunut	S
Opettaja: Eli täällähän on niin kun kaks kromosomia yhdessä solussa ja sit ne tuplaantuu niin kun sanoit eli käytännössä näissä on ihan sama se perinnöllinen informaatio mutta se nyt vaan vähän niin kun kahteen kertaan...	U

6. TULOSTEN TARKASTELU

Opetus tarkoittaa tavoitteellista kasvatustavoitteiden mukaista vuorovaikutusta kohti oppimista. Opettaminen taas tarkoittaa sitä, mitä opettaja tekee osana opetusta (Hirsjärvi 1982). Opettaminen tapahtuu oppitunneilla, joiden sisällöt ja pituudet vaihtelevat opetettavan aiheen mukaisesti. Opettajat ja oppilaat ovat kaikki yksilöitä. Jokainen oppitunti on erilainen ja jokaisella opettajalla on oma tyylinsä opettaa. Opetuksen kulkuun ja opetusmuotoon vaikuttavat merkittävästi mm. opetusryhmä, oppimisympäristö ja oppitunnin ajankohta. Lisäksi täytyy huomioida opettajan ja oppilaiden väliset suhteet sekä luokan sisäiset suhteet. Tällaisten erilaisten vuorovaikutustilanteiden tutkiminen ja mittaaminen ulkopuolisen silmin on varsin haastavaa. Esimerkiksi on vaikea tulkita miksi opettaja jättää oppilaan kysymyksen huomioimatta, sillä tilanne voi olla tahaton tai tarkoituksenmukainen (Laajala 2016). Opettajan ja oppilaiden välisten vuoropuheiden kategorisoiminen ja erilaisten tilanteiden arvioiminen tekeekin tästä tutkimuksesta laadullisen, mikä tulee ottaa huomioon tuloksia analysoitaessa ja tulkittaessa.

Miten ESRU-sykliden määrään ja laatuun vaikuttaa opettajalle jo ennalta annettu ohjeistus avoimien kysymyksien esittämiseen?

Opettajalle ennalta annettu ohjeistus vaikutti tässä tapaustutkimuksessa ESRU-sykliden esiintymiseen hillitsevästi. ESRU-sykliden laatuun ohjeistus vaikutti myös siten, että useampi keskustelusykli jäi keskeneräiseksi tai vajaaksi kuin muodostui kokonaiseksi sykliksi. Tutkimuksessa ESRU-syklit toimivat formatiivisen arvioinnin mittareina, joten tuloksista voidaan päätellä formatiivisen arvioinnin tai ainakin sen elementtien vähentyneen toisessa käsittelyssä opettajalle annetun ohjeistuksen jälkeen. Sama muutos havaittiin sekä opettajajohtoisessa että tutkivan oppimisen vaiheessa. On mahdollista, että esimerkiksi annettu ohjeistus ei ollut tarpeeksi selkeä

ja häiritsi opettajan ajatuksia sekä hänelle ominaisia elementtejä opetuksessa (jotka olivat jo valmiiksi monelta osin formatiivista arviointia tukevia). Pidempi tutkimusjakso, ohjeistuksen täsmentäminen, huomion kiinnittäminen vahvemmin keskustelusykleihin ja valmiiksi laadittuihin avoimiin kysymyksiin olisivat voineet myös vaikuttaa tuloksiin eri tavalla.

Löytyykö tutkivassa oppimisessa sellaisia häiriötekijöitä, jotka aiheuttavat keskustelusykleiden katkeamista siitä huolimatta, että opettaja tietoisesti yrittää luoda niitä ja selvittää oppilaiden ymmärryksen tasoa?

Häiriötekijöitä näyttäisi esiintyvän keskimäärin enemmän tutkivan oppimisen opetusmenetelmässä verrattuna opettajajohtoiseen opetukseen. Ennen ohjeistuksen antamista keskustelusykleiden katkaisseita häiriötekijöitä havaittiin molemmissa opetusmuodoissa. Opettajalle ennalta annetun ohjeistuksen jälkeen tutkivassa oppimisessa esiintyi edelleen häiriötekijöitä, mutta nämä eivät aiheuttaneet keskustelusykleiden katkeamista. Tässä tapaustutkimuksessa opettajalle ennalta annettu ohjeistus ja tietoinen keskustelusykleiden luominen vähensi häiriötekijöiden vaikutusta keskustelusykleiden katkeamiseen, mutta on myös huomioitava, että määrällisesti häiriötekijöitä esiintyi ennen ohjeistustakin vain muutamia. Lisäksi häiriötekijät saivat aikaan myös formatiivista arviointia sisältäviä keskustelusyklejä, joita ilman opettaja ei välttämättä olisi saanut selville oppilaiden haasteita ja näin ollen pystynyt muokkaamaan opetustaan kohderyhmän oppimista tukevaksi. Samanlaisia työrauhaongelmista syntyneitä formatiivista arviointia sisältäviä keskustelusyklejä havaitsi myös Laajala (2016) omassa tutkimuksessaan.

Tuloksiin vaikuttivat todennäköisesti monet eri tekijät. Tutkimuksen alkuvaiheessa esiintyi haasteita lupalappujen suhteen. Ennen tutkimusta opetusryhmän oppilaat saivat opettajalta kotiin lupalaput, joissa pyydettiin vanhempien suostumusta tutkimukseen osallistumiseen. Lupalappujen jakaminen oppilaille viivästyi hieman

alkuperäisestä aikataulusta, mikä aiheutti sen, ettei lupalappuja ehtinyt palautua ennen tutkimuksen aloitusta kuin kolmasosalta oppilaista, muutamalta oppilaalta saatiin lupa vielä tutkimuksen aikana. Tämän vuoksi osa oppilaista rajattiin pois videokuvasta, mikä vaikutti siihen, ettei koko luokasta saatu tallennettua videomateriaalia ja mm. opettajan reaktiot (ilmeet, eleet...) jäivät osittain tallentumatta. Käsittelyiden väliseen opettajan ohjeistamiseen olisi voinut varata enemmän aikaa, mikä olisi mahdollistanut tutkimusaiheen täsmällisemmän pohjustamisen. Opettajan toiminnassa ei ollut havaittavissa selkeää muutosta eri käsittelyiden välillä, johtuen ainakin osittain myös opettajan luontaisesta kyselevästä opetustyylistä ja runsaasta avoimien kysymyksien käytöstä. Opetettava aihe oli biologiassa haastava, mikä ehkä osittain näkyi oppilaiden vastausaktiivisuudessa. Jokaisella oppitunnilla esiintyi paljon opettajan esittämiä jatkokysymyksiä, kun hän yritti houkutella oppilaita vastaamaan ja osallistumaan oppitunnin keskusteluun. Jatkokysymyksissä esiintyi paljon suljettuja eli matalan kognitiivisen tason kysymyksiä opettajan pyrkiessä laskemaan kynnystä vastaamiselle. Opetettavassa ryhmässä esiintyi jonkin verran työrauhaongelmia ja häiriökäyttäytymistä, mikä johti opettajan puuttumiseen asiaan sekä ajoittain opetuksen etenemisen katkeamiseen. Lisäksi on huomioitava, että opettaja oli opetusryhmälle uusi tuttavuus ja tällainen ohjeistaminen normaalin opetuksen lisäksi koettelee opettajan ammatillisia taitoja sekä keskittymistä muutenkin uudessa tilanteessa. Kamera ja vieras henkilö luokan takana saattoivat myös aiheuttaa levottomuutta luokassa.

Arvioinnin kannalta opettajalla oli tässä tutkimuksessa suuri merkitys ja mikäli vertailuun olisi saatu eri opettajia eri taustoista, olisi tuloksissa todennäköisesti ollut havaittavissa suurempaa variaatiota. Olisi ollut myös mielenkiintoista toteuttaa tutkimus useammassa opetusryhmässä sekä samalla opettajalla että eri opettajilla. Jo Laajalan (2016) tutkimuksen tuloksiin pohjautuen voidaan todeta, että opettajien väliset erot opetustavoissa ovat suuria, samoin opetusryhmien dynamiikassa ja

aktiivisuudessa on eroja. Laajalan (2016) tutkimuksessa kahdesta opettajasta toinen ei esittänyt oikeastaan lainkaan kysymyksiä opettajajohtoisessa opetusvaiheessa oppilaille. Toisen opettajan kohdalla tutkivan oppimisen opetusmenetelmä aiheutti sen, että suljettujen kysymyksiä määrä moninkertaistui avoimiin kysymyksiin verrattuna. Yhdenmukaista näillä molemmilla opettajilla oli se, että tutkivan oppimisen vaihe sisälsi kysymyksiä huomattavasti enemmän kuin opettajajohtoinen osuus. Omassa tutkimuksessani tällaista selkeää eroa opetusmenetelmien välillä ei ollut havaittavissa. Laajala (2016) myös toteaa, että toinen hänen ryhmistään oli selvästi aktiivisempi, minkä vuoksi erilaisia vuorovaikutustilanteita oli havaittavissa runsaammin, ja opettaja mm. joutui viemään tuntia eteenpäin vastailemalla oppilaiden esittämiin kysymyksiin hyvin lyhyesti. Toisella opettajalla ryhmä oli rauhallinen, minkä vuoksi oppilailta tuli hyvin vähän kysymyksiä, mikä taas oli yhtenevää tämän tutkimuksen kanssa. Vertailussa eri opettajien ja opetusryhmien välillä voitaisiin käyttää yhteneviä tuntisuunnitelmia, jotka raamittavat oppituntien kulun. Niin tutkivan oppimisen osuus kuin opettajajohtoinen osuus jakautuisivat oppitunneilla yhdenmittaisiin jaksoihin, mikä helpottaisi vertailua eri opetusmenetelmien välillä. Häiriötekijöiden esiintyminen ja niiden vaikutus opetuksen kulkuun eri opetusmenetelmissä saisi luotettavampaa pohjaa, jos tutkimukseen saataisiin mukaan useampi opetusryhmä sekä opettaja jo aiemmin mainittujen opettamisen luonteeseen kuuluvien huomioidenkin vuoksi.

Opetustilanteessa opettajan antama palaute nähdään tärkeimpänä formatiivisen palautteen muotona. Formatiiivista arviointia voidaan toteuttaa erilaisilla tavoilla, joista keskeisin on avoimien, laadukkaiden kysymyksiä esittäminen mitä tässäkin tutkimuksessa pyrittiin toteuttamaan (Black ym. 2003). Kysymyksiä esittämisen jälkeen on lähes yhtä tärkeää antaa oppilaille aikaa vastaamiseen. Niin oikeat kuin väärätkin vastaukset johtavat parhaimmillaan dialogiin ja kokonaisuun ESRU-sykleihin, jolloin opettaja saa tärkeää tietoa oppilaiden sen hetkisen ymmärryksen

tasosta. Formatiivista arviointia voidaan toteuttaa myös kirjallisen palautteen avulla kommentoimalla oppilaan osaamista. Oppilasta ei arvioida pelkästään numeerisesti vaan kerrotaan oppilaalle, mitä hän on saavuttanut ja mihin pyrkii seuraavaksi (Black ym. 2003). Itse- ja vertaisarviointia voidaan hyödyntää motivaattorina, ja samalla oppilaat oppivat tulkitsemaan omia kehittymistarpeitaan sekä antamaan rakentavaa palautetta. Ideana ei siis ole se, että oppilaat antavat toisilleen arvosanoja, vaan voivat esimerkiksi laatia yhdessä arviointikriteerit ja oppivat tunnistamaan sen, mitä pitää oppia ja millä keinoilla oppiminen saavutetaan (Black ym. 2005).

Summatiivista ja formatiivista arviointia voidaan myös yhdistää. Esimerkkinä tästä ovat oppilaiden aktiivinen osallistuminen arviointiprosessiin ja kokeiden/testien (summatiivinen arviointi) kommentointi sanallisesti yllämainitulla tavalla tai suullisesti keskustelussa oppilaan kanssa (formatiivinen arviointi) (Brookhart 2010). Tannerin ja Jonesin (2003) Walesissa tekemän tutkimuksen mukaan suuri osa (55 %) tutkimukseen osallistuneista 9. luokkalaisista vain vilkaisee kokeiden merkintöjä niiden palauttamisen jälkeen analysoimatta sen kummemmin millaisia virheitä he ovat tehneet ja mitä he voisivat niistä oppia. Tästä voidaan tulkita, että suurimmalla osalla oppilaista ei ole tarvittavia taitoja summatiivisen arvioinnin tulosten hyödyntämiseen oppimisen parantamiseksi, vaan tarvitaan muita keinoja (Brookhart 2010).

Jo aikaisemmin on todettu, että luonnontieteissä esitetään paljon suljettuja kysymyksiä, jolloin oppilaalla on mahdollisuus vastata lyhyesti joko ”kyllä” tai ”ei”. Lisäksi opettajat esittävät runsaasti kohdennettuja kysymyksiä yksittäisten faktojen ja käsitteiden muistamisesta (Krueger ja Sutton 2001). Sekä Laajalan (2016) että tämän tutkimuksen tulokset tukevat näitä aiemmin saatuja tuloksia. Formatiiviseen arviointiin taustoittavalla, opettajalle annettavalla ohjeistuksella ja vinkeillä ajateltiin hypoteettisesti olevan enemmän avoimia kysymyksiä sekä laadullisesti korkeampia

keskustelusyklejä aikaansaava vaikutus. Kuitenkin tässä tutkimuksessa tulokset olivat päinvastaiset. Tutkivassa oppimisessa kysymyksiä esittäminen on esitetty olevan haastavampaa kuin muissa opetusmenetelmissä ja lisäksi hyvien tieteellisten kysymyksiä esittäminen on opettajille erityisen haastavaa. Tutkivassa oppimisessa opettaja on enemmän ohjaajan roolissa, minkä vuoksi energiaa kuluu ryhmää ohjaaviin kysymyksiin ja ryhmän hallintaan (Shapiro 1996).

Vaikka tulokset olivatkin osittain ristiriitaisia aikaisempien tutkimustuloksien kanssa, voidaan todeta, että opettajan merkitys keskustelusykleiden muodostumiseen ja laatuun on keskeisimmässä asemassa. Ilman opettajan johdonmukaista vuorovaikutuksen ylläpitämistä luokkaan ei synny keskusteluja, joista voidaan kerätä tietoa oppilaiden osaamisen tasosta. Formatiivinen arviointi eli aktiivinen havainnointi, avoimet kysymykset ja oppilailta saadun tiedon hyödyntäminen opetuksessa ovat avainasemassa ESRU-sykleiden muodostumisessa ja toteutumisessa (Ruiz-Primo ja Furtak 2006). Opetusryhmässä mahdollisesti esiintyvät häiriötilanteet vaativat opettajan puuttumista ja keskittymistä, jotta opetuksen sisältö ei pirstaloidu. Toisaalta työrauhaongelmat myös kiinnittävät opettajan huomiota ja mahdollistavat formatiivista arviointia (Laajala 2016). Erityisesti biologiassa ja muissa luonnontieteissä aiemmat tutkimustulokset tukevat ajatusta, että jatkuva arviointi ja tutkivaan oppimiseen ohjaavat työtavat tukevat oppilaiden oppimista ja vaikuttavat positiivisesti oppimistuloksiin (Palmberg 2005, Ratinen 2016). Myös tätä tutkimusta toteuttaessa saatiin osviittaa siitä, että tutkivat työtavat herättävät oppilaissa kiinnostusta ja motivaatiota oppitunnin aiheeseen.

On vaikea sanoa millaiset tekijät lopulta vaikuttavat siihen, miksi ESRU-syklit jäävät kesken. Esimerkiksi tässä tutkimuksessa vajaita syklejä oli paljon, eivätkä syyt keskeneräisyyteen välttämättä olleet selkeitä työrauhaongelmia. Ulkopuolisena havainnoijana ei voi esimerkiksi sanoa, jättääkö opettaja syklin kesken tarkoituksella

vai tahattomasti. Isommalla otannalla voitaisiin mahdollisesti selvittää luotettavammin yhteneväisiä syitä keskeneräisiin sykleihin (Laajala 2016). Jatkotutkimuksissa tulisi saada laajempi aineisto eri kouluista ympäri Suomea, jolloin saataisiin esille myös opettajien välisiä eroja sekä ryhmädynamiikan vaikutus tuloksiin. Ryhmistä tulisi ensin selvittää mahdolliset erot ja että ne ovat hallittavissa ennen käsittelyä eli ohjeistusta. Opetusmenetelmien selkeämmällä jaottelulla ja johdonmukaisemmalla keskittymisellä formatiivisen arvioinnin luonteeseen sekä keskustelusykyjen elementteihin saataisiin todennäköisesti mahdolliset erot paremmin esille eri käsittelyiden (Ohjeistus, Ei-ohjeistusta) välillä. Valmiiksi mietityt, oppilaiden osaamista haastavat hyvät avoimet kysymykset antaisivat lisäksi vahvempaa alustaa ESRU-syklien syntymiselle. Tutkimusjakson jälkeen voitaisiin vielä mitata oppilaiden oppimista summatiivisesti kirjallisella tai suullisella kokeella, jotta nähtäisiin onko ryhmien välillä todella eroa oppimisessa, ja tulokset olisivat huomattavasti luotettavampia. Uuden opetussuunnitelman myötä yhä useampi opettaja tulee hyödyntämään opetuksessaan formatiivisen arvioinnin elementtejä sekä tutkivaa oppimista, mikä luo uusia mahdollisuuksia opetusmenetelmien ja opetusympäristöjen käyttöön sekä opettajan rooliin. Tutkimuskohteita on tarjolla varmasti lähivuosina enemmän, mikä helpottaa tutkimuksen toteutusta sekä sopivien kohderyhmien löytämistä. Tällaisenaan tutkimuksen järjestely ja suunnittelu oli varsin työlästä ja siihen on hyvä varata riittävästi aikaa. Formatiiiviseen arviointiin on tarjolla paljon erilaista verkkomateriaalia, josta on hyötyä suunnitteluvaiheessa ja opettajien perehdyttämisessä aiheeseen. Vaikka tutkiva oppiminen opetusmenetelmänä vaatii opettajalta hieman enemmän viitseliäisyyttä, vaikuttaa kuitenkin vahvasti siltä, että sen vaikutukset oppilaiden oppimiseen ovat pääasiassa positiivisia ja tukevat jatkuvan arvioinnin ajatusta. Formatiiivisella arvioinnilla on vielä pitkä matka ennen kuin sitä harjoitetaan mestarillisesti, mutta suuntaukset opetusmaailmassa ovat kuitenkin menossa vahvasti sitä kohti (Ruiz-Primo 2011). Tulevaisuudessa on erityisen mielenkiintoista seurata, tullaanko ESRU-syklejä

hyödyntämään konkreettisesti koulumaailmassa osana formatiivista arviointia ja miten niiden vaikutukset oppilaiden oppimistuloksiin tulevat näkymään pidemmällä aikavälillä.

KIITOKSET

Tahdon kiittää kaikkia Pro Gradu-työssäni ja opinnoissani edesauttaneita tahoja. Erityisen suuren kiitoksen ansaitsee ohjaajani dosentti Jari Haimi kaikesta tarvitsemastani ohjauksesta, tuesta ja mittaamattoman arvokkaista mielipiteistä sekä kärsivällisyydestä. Haluan kiittää yhteistyökouluani ja sen mukana olleita opettajia tutkimukseni mahdollistamisesta ja joustavuudesta. Lisäksi haluan esittää kiitokset Ilari Laajalalle, joka tarjosi minulle innostavan aiheen projektiini sekä ystäväilleni, perheenjäsenilleni ja opiskelijakollegoilleni saamastani tuesta sekä kannustuksesta koko projektini aikana.

KIRJALLISUUS

- Anderson R. 2002. Reforming science teaching: what research says about inquiry? *Journal of Science Teacher Education* 13: 1–12.
- Black P. & Jones J. 2006. Formative assessment and the learning and teaching of MFL: Sharing the language learning road map with learners. *Language Learning Journal* 34: 4–9.
- Black P., Harrison C., Lee C., Marshall B. & Wiliam D. 2003. *Assessment for Learning: Putting it into practice*. Maidenhead UK: Open University.
- Boyle B. & Charles M. 2014. *Formative Assessment for teaching and learning*. *Education at Sage* 1: 6–34, doi: 10.4135/9781526401861.
- Brookhart S.M. 2010. Mixing it up: Combining Sources of Classroom Achievement Information for Formative and Summative Purposes. Teoksessa: Andrade H.L.

- ja Cizek G.J. (toim.), *Handbook of formative assessment*, Routledge, Taylor & Francis, New York and London, pp. 279–296.
- Clark I. 2012. Formative assessment: Assessmentis for self-regulated learning. *Educational Psychology Review* 24: 205–249.
- Eloranta V. 2002. Konstruktivistinen oppiminen ja luokassa käytetyt työtavat. *Natura* 4/2002, s. 6-10.
- Eloranta V. 2005. Miksi opettaa ja opiskella biologiaa? Teoksessa: Eloranta V., Jeronen E. & Palmberg I. (toim.) *Biologia eläväksi: Biologian didaktiikka*, PS-kustannus, Keuruu, s. 17–45.
- Garrison C. & Ehringhaus M. 2007. *Formative and summative assessments in the classroom*. Saatavissa http://ccti.colfinder.org/sites/default/files/formative_and_summative_assessment_in_the_classroom.pdf.
- Guskey T.R. 2010. Formative assessment: The Contributions of Benjamin S. Bloom. Teoksessa: Andrade H.L. & Cizek G.J. (toim.), *Handbook of formative assessment*, Routledge, Taylor & Francis, New York and London, pp. 106-124.
- Hakkarainen K., Lonka K. & Lipponen L. 1999. *Tutkiva oppiminen: Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen*. WSOY, Helsinki.
- Hakkarainen K., Lonka K. & Lipponen L. 2000. *Tutkiva oppiminen*. WSOY, Porvoo.
- Hakkarainen K., Lonka K. & Lipponen L. 2004. *Tutkiva oppiminen*. WSOY, Porvoo.
- Hall J.K. & Walsh M. 2002. 10. Teacher-student interaction and language learning. *Annual Review of Applied Linguistics, Cambridge* 22: 186-203, doi: 10.29252/ijal.20.1.151.
- Harlen W. & James M. 1997. Assesment and learning: Differences and relationships between formative and summative assessment. *Assessment in Education* 4: 365–379, doi: 10.1080/0969594970040304.
- Harlen W. 2006. Teaching, Learning and Assessing Science. *SAGE Publications* 4: 5–12.
- Heritage M. 2007. *Formative Assessment: What Do Teachers Need to Know and Do?* SAGE journals, saatavissa <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/003172170708900210?journalCode=pdka>.
- Hirsjärvi S. 1982. *Kasvatustieteen käsitteistö*. Otava, Keuruu.
- Hudges G.B. 2010. Formative assessment practices that maximize learning for students at risk. Teoksessa: Andrade H.L. & Cizek G.J. (toim.), *Handbook of formative assessment*, Routledge, Taylor & Francis, New York and London, pp. 212–232.
- Hyppönen O. 2004. *Erilaisia opetusmenetelmiä -kuvaukset, vahvuudet ja haasteet. Opetuksen ja opiskelun tuki -TTK*, saatavissa <http://users.jyu.fi/~pjmoilan/pofo2010/material/Opettajan%20k%20E4sikirja.pdf>.

- Hyppönen O. & Linden S. 2009. *Opettajan käsikirja – Opintojaksojen rakenteet, opetusmenetelmät ja arviointi*. Teknillinen korkeakoulu, opetuksen ja opiskelun tuki, saatavissa <http://lib.tkk.fi/Reports/2009/isbn9789622480637.pdf>.
- Jeronen E. 2005. Biologian opetus ja sen suunnittelu. Teoksessa: Eloranta V., Jeronen E. & Palmberg I. (toim.) *Biologia eläväksi: Biologian didaktiikka*, PS-kustannus, Keuruu, s. 47–92.
- Kemppainen I. 2016. *Formatiivinen arviointi pedagogisena työvälineenä*. Saatavissa <https://peda.net/siilinjarvi/koulutusmateriaalia/hvl/faptv42:file/download/d718985e573b8d3af86ae3db935343c3a7c7689c/FORMATIIVINEN%20ARVIOINTI%20PEDAGOGISENA%20TYO%CC%88VA%CC%88LINEENA%CC%88%20%20vesoaineisto%204%202016.pdf>.
- Krueger A. & Sutton J. 2001. EDThoughts: What We Know about Science Teaching and Learning. *Mid-continent Research for Education and Learning*, 1–126.
- Laajala I. 2016. *Informaali formatiivinen arviointi fysiikan oppituntien eri vaiheissa*. Pro Gradu –tutkielma, Jyväskylän Yliopisto, Jyväskylä.
- Lakkala M. 2012. Tutkiva oppiminen. Teoksessa Ilomäki L. (toim.), *Laatua e-oppimateriaaleihin: E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessä*, Opetushallitus, Helsinki, s. 93–99.
- Lefstein A. & Snell J. 2011. Classroom Discourse: The Promise And Complexity Of Dialogic Practice. *Institute of Education, University of London* 13: 1–18.
- Lewis J., Leach J. & Wood-Robinson C. 2000. What's in a cell? - young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education* 34: 129–132.
- Lonka K. 2001. Syntynyt johtajaksi? Uusia oppimisen mahdollisuuksia. Teoksessa: Castrén P. (toim.), *Viisas valta: Johtamisen paradoksit*, Ekonomia-sarja, WSOY, Helsinki, s. 97–146.
- Palmberg I. 2005. Biologian opetusmuodot ja työtavat. Teoksessa: Eloranta V., Jeronen E. & Palmberg I. (toim.), *Biologia eläväksi: Biologian didaktiikka*, PS-kustannus, Keuruu, s. 93–160.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. 2014. Opetushallitus, Helsinki.
- Ratinen I. 2016. *Primary Student Teachers' Climate Change Conceptualization and Implementation on Inquiry-Based and Communicative Science Teaching, A Design Research*. Väitöskirja, Kasvatustieteiden tiedekunta, Jyväskylän yliopisto.
- Ruiz-Primo M.A. 2011. Informal formative assessment: The role of instructional dialogues in assessing students' learning. *Studies in Educational Evaluation* 37: 15–24.
- Ruiz-Primo M.A. & Furtak E.M. 2006. Informal Formative Assessment and Scientific Inquiry: Exploring Teachers' Practices and Student Learning. *Educational Assessment* 11: 205–235
- Shapiro B.L. 1996. A case study of change in elementary student teacher thinking during an independent investigation in science: Learning about the "face of

- science that does not yet know." *Science Education* 80: 535–560, doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<535::AID-SCE3>3.0.CO;2-C.
- Shavelson R.J., Young D.B., Ayala C.C., Brandon P.R., Furtak E.M., Ruiz-Primo M.A., & Yin Y. 2008. On the Impact of Curriculum-Embedded Formative Assessment on Learning: A Collaboration between Curriculum and Assessment Developers. *Applied Measurement In Education* 21: 295–314, doi: 10.1080/08957340802347647.
- Torrance H. & Pryor J. 1998. *Investigating formative assessment- Teaching, learning and assessment in the classroom*. Open University Press, Maidenhead.
- Visma 2018. Formatiivinen arviointi. <http://help.starsoft.fi/?q=node/18892> (luettu 29.3.2018).
- Winne P.H. 1979. Experiments relating teachers' use of higher cognitive questions to student achievement. *Review of Educational Research* 49: 13–50.
- Yli-Panula E. 2005. Tutkiva oppiminen. Teoksessa: Eloranta V., Jeronen E. & Palmberg I. (toim.) *Biologia eläväksi: Biologian didaktiikka*, PS-kustannus, Keuruu, s. 97–102.

LIITTEET

Liite 1. Lupalappu tutkimukseen osallistumista varten oppilaiden vanhemmille

Pro gradu -tutkielman opetuskokeilu

Hyvä 9-luokan oppilaan huoltaja!

Opiskelen Jyväskylän yliopistossa biologian aineenopettajaksi ja kerään lapsenne koulussa aineistoa Pro gradu- tutkielmaani. Tutkimuksessa seurataan opettajan ja oppilaiden välisiä vuorovaikutustilanteita (ns. keskustelusyklejä) ja niiden merkitystä tunnin aikana tapahtuvaan jatkuvaan arviointiin. Lisäksi tutkitaan keskustelusyklejä mahdollisesti häiritseviä tekijöitä sekä sitä, miten opettaja voi tunnin aikana vaikuttaa tällaisten keskusteluiden syntymiseen. Aiemmissa tutkimuksissa on selvinnyt, että keskustelusykleistä saatavat tiedot oppilaiden osaamisen tasosta ja ymmärryksestä vaikuttavat positiivisesti oppilaiden oppimiseen ja auttavat opettajaa kohdistamaan opetustaan yksilöllisemmin.

Tutkimus toteutetaan aikana X viiden biologian oppitunnin aikana ja tutkimuksen aineisto kerätään videoiden. Tutkimuksessa kerättävä aineisto on täysin luottamuksellista ja oppilaat käsitellään anonymisti. Aineistoa ei luovuteta kolmansille osapuolille ja se tuhotaan tutkimuksen valmistuttua. Tutkimusaineistoa ei käytetä osana koulun oppilasarviointia. Pro gradu -tutkielmani ohjaajana toimii Dos. Jari Haimi yliopiston Bio- ja ympäristötieteiden laitokselta.

Olisin hyvin kiitollinen, mikäli lapsenne voi osallistua tutkimukseen!

Vastaa mielelläni tutkimukseen liittyviin kysymyksiin.

Ystävällisin terveisin,

Sini Salonen

p. xxx xxxx xxx

e-mail. xxxxxxxxxxx@xxx.xx

Kyllä, lapseni _____ saa osallistua gradun aineiston keräämiseksi videoiduille oppitunneille, joilla seurataan opettajan ja oppilaiden välisiä vuorovaikutustilanteita ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

Paikka ja aika: _____

Huoltajan allekirjoitus _____

ja nimenselvennys _____

Palautetaan opettajalle X mennessä.

Liite 2. Tuntisuunnitelmat ja materiaaleja oppitunneille

Opettaja: X
 Luokka: X
 Paikka: Luokkahuone

Aihepiiri:

Perinnöllisyys

OPS:

Oppilas oppii

- Tuntemaan ihmisen perusrakenteen ja keskeiset elintoiminnot
- Käyttämään biologialle ominaisia käsitteitä sekä tiedonhankinta- ja tutkimusmenetelmiä

Tavoitteet tunnille:

Tiedolliset

Oppilas

- Ymmärtää perinnöllisyyden idean ja sen miten sukupuoli määräytyy sukusolujen avulla
- Osaa selittää omin sanoin, miksi ihmiset ovat erilaisia
- Tietää, mitä tarkoittavat perintötekijät, kromosomit ja DNA ja osaa antaa esimerkkejä miten geenit toimivat
- Osaa ratkaista yksinkertaisia risteytystehtäviä
- Osaa selittää, mitä tarkoittaa mutaatio ja antaa muutamia esimerkkejä

Taidolliset

- Kuuntelutaidot
- Soveltamistaidot
- Pari- ja ryhmätyöskentelytaidot
- Itsenäisen työskentelyn taidot

Materiaalit:

1.oppitunnille

- Käsitelistat oppilaille

- Muovailuvahaa (sininen ja punainen)
- A3 paperia (6 ryhmälle, jokaiselle 1 paperi)
- Tusseja/värikyniä
- Tukimateriaalit solunjakautumisesta

2.oppitunnille

- DNA:n eristämiseen tarvittavat tarvikkeet 5 ryhmälle:

- 2 lasia
- kahvikuppi
- teelusikka
- ruokasuolaa
- etanolia, sinolia (tai muuta vastaavaa alkoholia)
- astianpesuainetta
- koeputki (tai muu putkimainen astia)
- tikku, esim. cocktail-tikku
- jääastia

3.oppitunnille

Ei materiaaleja oppilaille, opettajalle diapaketti jossa risteytystehtävä

Tunnin rakenne:

1.oppitunti

Käydään läpi dioja perinnöllisyydestä ja kromosomeista opettajajohtoisesti

Kromosomijahti paritehtävä ja sen purkaminen

Mitoosi/meioosi toiminnallista muovailuvahailua, osa ryhmistä kuvailee mitoosin ja osa meioosin, jonka jälkeen ryhmät yhdistyvät ja selittävät toisilleen omat tuotoksensa. Tämän jälkeen pohdintaa samoissa ryhmissä merkittävimmistä eroista tavallisten – ja sukusolujen jakautumisessa. Oppilailla tukimateriaalit apuna.

2.oppitunti

DNA:n eristäminen posken limakalvon soluista ryhmissä

3.oppitunti

Jatketaan mutaatioista

Käydään läpi geenejä ja risteytystä opettajajohtoisesti

Risteytystehtävä

Käydään läpi risteytystehtävän vastaukset, ensimmäinen risteytys diasta, toinen tehdään yhdessä vaihe vaiheelta taululle

Tutkitaan oman luokan periytyviä ominaisuuksia, ensin ryhmissä, sitten koko luokan tulokset kootaan diaan

Liite 3. Materiaalit

Käsitelista

Perinnöllisyys

Perimä

DNA

Geeni

Ominaisuus

Kromosomi

Ympäristön vaikutus

Genotyyppi

Fenotyyppi

Tavallinen solu

Sukusolu

Alleeli

Vallitseva eli dominoiva

Väistynyt eli resessiivinen

Samaperintäinen eli homotsygootti

Eriperintäinen eli heterotsygootti

Geenimutaatio

Kromosomimutaatio

Kromosomistomutaatio

Kromosomijahti pareittain

- a) Mitä apuvälineitä tarvitsisit, jos haluaisit nähdä ihmisen kromosomeja? Perustele.
- b) Mistä kehon osasta saisit tutkimukseen tarvittavan solunäytteen helposti ja vaivattomasti?
- c) Missä solunosassa kromosomit sijaitsevat?
- d) Kuinka monta kromosomia solusta todennäköisesti löytyisi?

Muovailemalla muistiin

- Kuvatkaa muovailuvahaa apuna erilaiset solunjakautumisen vaihtoehdot
 - Ryhmät 1, 2 ja 3 ihon solun jakautuminen
 - Ryhmät 4, 5 ja 6 munasolun jakautuminen
- Kun olette valmiit, opettakaa oma jakautumisprosessi toiselle ryhmälle ja päinvastoin (ryhmät 1+4, 2+5 ja 3+6)
- Pohtikaa, mitkä ovat tärkeimmät erot tavallisten solujen ja sukusolujen syntymekanismeissa

Risteytystehtävä 1.

Hymykuoppien muodostumiseen vaikuttaa dominoiva geeni (H). Perheessä sekä äidillä että isällä on hymykuopat ja he ovat heterotsygootteja tämän ominaisuuden suhteen. Tee risteytyskaavio.

- Millä todennäköisyydellä vanhempien lapsilla on hymykuopat?
- Miten tulos muuttuisi, jos äidillä ei olisi hymykuoppia? Todista väitteesi risteytyskaavion avulla

Risteytystehtävä 2.

Hiiren korvien koko määräytyy yhden geenin perusteella. Dominoiva alleeli (S) saa aikaan suuret korvat ja resessiivinen alleeli (s) saa aikaan pienet korvat. Millaisia jälkeläisiä syntyy, kun heterotsygootti (Ss) ja resessiivinen homotsygootti (ss) risteytyvät?

Tutkitaan! Vallitsevat ominaisuudet vs. peittyvät ominaisuudet

Vallitseva ominaisuus

- ruskeat silmät
- ”käyrät sormet”
- ”käyrät peukalot
- nipukallinen korva
- hymykuopat

- musta tukka
- kyky rullata kieli
- terävä tukan raja
- kihara tukka
- pisamia

Peittyvä ominaisuus

- siniset silmät
- "suorat sormet"
- "suorat peukalot"
- nipukaton korva
- ei hymykuoppia
- vaalea tukka
- ei kykyä rullata kieltä
- suora tukan raja
- suora tukka
- ei pisamia

DNA:n eristys

DNA saadaan irrotettua soluista rikkomalla solu- ja tumakalvot saippualla ja korkean suolapitoisuuden sekä lisätyn alkoholin vaikutuksesta. DNA saostuu liuoksessa hyytelömäiseksi kerrostumaksi.

HUOM! Alkoholi on denaturoitua eikä sitä voi juoda!

Tarvikkeet: koeputki, koeputkiteline, 10 % NaCl, saippua ja kylmä etanoli, pipetit eri liuoksille, muki

Työvaiheet:

- 1) ota mukiin pieni tilkka vettä (n. 10 ml) ja purskuttele sitä voimakkaasti suussasi
- 2) valuta vesi koeputkeen. Veden tulee näyttää samealta, sillä silloin siihen on irronnut posken limakalvon soluja
- 3) ota pipetillä n. 15 tippaa 10 % NaCl - liuosta ja tiputa se koeputkeen
- 4) tiputa putkeen n. 25 tippaa saippuaa ja sekoita pyörittelemällä putkea. Älä hölskytä.
- 5) ota pipetillinen etanolia ja vie pipetin kärki nesteen läpi putken pohjalle. Tyhjä pipetti pohjalle valuttamalla rauhallisesti. Varo purskauttamasta ilmaa liuokseen.
- 6) älä enää heiluta putkea. DNA saostuu putkessa kahden nestekerroksen väliin hyytelönä. Anna putken olla telineessä muutamia minuutteja. DNA saostuu selvemmin erottuvaksi "pumpulipilveksi"

Pohdintaa ryhmissä

- Olisiko DNA samanlaista, jos otettaisiin näyte sinun ja vierustoverisi poskesta? Miksi?
- Missä tilanteissa DNA voi olla täysin samanlaista?
- Miksi lisätään pesuainetta? Entäpä suolaa?
- Mihin eristettyä DNA:ta voidaan käyttää?
- Mistä muualta voisit saada eristettyä DNA:ta?