

Pro gradu -tutkielma

**Tutkiva oppiminen lukion biologian oppikirjojen,
ylioppilaskokeiden ja biologian valintakokeiden
tehtävissä**

Marleena Kainulainen



Jyväskylän yliopisto

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Biologia

17.12.2018

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

Kainulainen, M.: Tutkiva oppiminen lukion biologian oppikirjojen, ylioppilaskokeiden ja biologian valintakokeiden tehtävissä
Pro gradu -tutkielma: 64 s.
Työn ohjaaja: Dos. Jari Haimi
Tarkastajat: FT Matti Hiltunen ja Dos. Jari Haimi
Joulukuu 2018

Hakusanat: biologia, konstruktivistinen oppimiskäsitys, metakognitio, opetussuunnitelma, oppikirja, tutkiva oppiminen

Syksyllä 2016 voimaan astuneessa opetussuunnitelman perusteissa biologian opetukselta edellytetään tutkimuksellisten työtapojen käyttöä, sillä ne kehittävät oppilaan vuorovaikutus- ja ajatteluntaitoja opeteltavan asiasisällön ohella. Tässä tutkimuksessa analysoitiin laadullisen sisällönanalyysin ja sisällön erittelyn keinoin lukion biologian oppikirjojen, ylioppilaskokeiden ja yliopiston biologian valintakokeiden tehtäviä tutkivan oppimisen näkökulmasta, eli tutkittiin kuinka paljon ja minkä tyyppisiä tutkimuksellisia tehtäviä oppikirjoissa ja kokeissa on. Tutkittujen oppikirjojen kokonaistehtävämäärään suhteutettuna jokaisen oppikirjan tehtävistä vähintään neljännes oli tutkivan oppimisen mukaisia. Tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät olivat monipuolisia. Tutkimuksellinen tehtävä oli tyypillisesti tiedonetsintään, tulosten analysointiin tai kokeellisuuteen liittyvä, mutta vain harvoin kokonaisen tutkimuksen toteuttamista. Ekologiaa ja solua käsittelevillä kursseilla oli enemmän tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä kuin evoluutiota ja ihmisbiologiaa käsittelevillä kursseilla. Myös ylioppilas- ja valintakokeiden tehtävissä oli tutkimuksellisia tehtäviä, mutta koetilanne rajoitti tehtävätyyppejä. Oppikirjat on uudistettu opetussuunnitelman perusteiden mukaisiksi ja ne sisältävät aiempaa enemmän tutkimuksellisia tehtäviä, joiden avulla on mahdollista kehittää esimerkiksi oppilaiden vuorovaikutustaitoja ja tiedonhakuun liittyviä valmiuksia.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science
The Department of Biological and Environmental Science
Teacher education programme in biology

Kainulainen, M.: Inquiry-based learning in the assignments of high school text books, matriculation examination and biology entrance exams
Master of Science Thesis: 64 p.
Supervisor: PhD Jari Haimi
Inspectors: PhD Matti Hiltunen and PhD Jari Haimi
December 2018

Keywords: biology, constructivism, curriculum, experimental learning, inquiry-based learning, learning theory, metacognition, textbook

In the Finnish core curriculum effective in autumn 2016, more inquiry-based teaching and learning methods were called for. These approaches develop students in their social interaction and thinking skills in addition to subject knowledge. This study uses qualitative content analysis to examine high school textbooks, matriculation examinations and biology entrance exams in the context of inquiry-based learning. How and to what extent did inquiry-based learning exist in the materials was studied. It was noted that more than one quarter of the assignments in each text book that was studied contained elements of inquiry-based learning. The tasks of inquiry-based learning nature were versatile. In text books, such assignments would typically relate to collecting and analyzing data, or would only partially contain experimental elements, but they would only rarely cover the whole open inquiry-learning process. Inquiry-based learning was more common in ecology and cell biology courses than it was in classes of evolution or human biology. The matriculation and entrance exams did also contain some tasks of inquiry-based learning. However, the types of assignments were limited by the test settings. The text books have been updated to match the latest core curriculum in Finland and contain more inquiry-based learning than before, which helps students to develop their skills on for example communication and data collection.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 TUTKIVA OPPIMINEN.....	5
2.1 Konstruktivistinen oppimiskäsitys	5
2.2 Metakognitio ja oppiminen.....	6
2.3 Tutkivan oppimisen prosessi.....	8
2.4 Tutkiva oppiminen muuttaa oppilaan ja opettajan rooleja.....	15
2.5 Tutkivan oppimisen mahdollisuudet ja uhat opetuksessa	17
3 LUKION OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET	20
3.1 Lukiokoulutuksen tehtävä ja opetuksen toteuttaminen.....	20
3.2 Biologia oppiaineena.....	21
4 OPPIKIRJAT OPETUKSESSA.....	23
5 BIOLOGIAN YLIOPPILASKOE	26
6 BIOLOGIAN VALINTAKOE.....	27
7 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	29
7.1 Tutkimuksessa analysoidut tehtävät.....	29
7.2 Aineiston analysointi	30
7.3 Tutkimuksen luotettavuus	35
8 TULOKSET	36
8.1 Oppikirjojen tehtävämäärät	36
8.2 Tutkiva oppiminen oppikirjojen tehtävissä.....	39
8.3 Tutkiva oppiminen ylioppilas- ja valintakokeissa.....	43
9 TULOSTEN TARKASTELU	46
9.1 Tutkivan oppimisen määrä oppikirjojen tehtävissä.....	46
9.2 Tutkivan oppimisen tehtävätyypit biologian oppikirjoissa.....	48

9.3 Tutkiva oppiminen eri biologian aihealueiden tehtävissä	52
9.4 Tutkiva oppiminen koetehtävissä.....	54
9.5 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet	55
KIITOKSET.....	58
KIRJALLISUUS.....	58

1 JOHDANTO

Kulloinkin voimassa olevat arvot ja asenteet sekä yhteiskunnan näkemykset vaikuttavat käsitykseen oppimisesta (Jeronen 2005a). Vuosikymmeniä sitten oppiminen ja opettaminen perustuivat behavioristiseen oppimiskäsitykseen, jonka mukaan tietoa siirretään opettajalta oppijalle (Tynjälä 1999). Tynjälän (1999) mukaan behavioralismiin perustuvan arvioinnin mukaan oppija on oppinut eniten, jos hän kykenee muistamaan ja toistamaan opitun kokeessa mahdollisimman sanatarkasti. Nykyisin oppimista lähestytään suurelta osin konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen nojaten (Tynjälä 1999, Puolimatka 2002). Tynjälän (1999) ja Puolimatkan (2002) mukaan konstruktivistisen oppimiskäsityksen perustana on, että oppilas rakentaa itse aktiivisesti tietoa havaintojensa avulla, aiempia kokemuksia sekä tietoja hyödyntäen ja pyrkimys on opettajan ohjausta hyödyntäen ymmärtää erilaisia ilmiöitä ja muodostaa käsiteltävien asioiden välille yhteyksiä ja myöhemmin isoja kokonaisuuksia.

Oppiminen nähdään monen tekijän summana. Oppimiseen vaikuttavat oppijan henkilökohtaiset tekijät eli aiemmat tiedot ja taidot, älykkyys, persoonallisuus ja kotitausta, mutta myös ulkoiset tekijät, kuten oppimisympäristö eli opettaja, opiskeltava aihe, opetus- ja arviointimenetelmät sekä käytössä oleva opetussuunnitelma (Tynjälä 1999). Tynjälän (1999) mukaan oppija muodostaa taustatekijöihin eli omiin henkilökohtaisiin sekä opetus- ja oppimisympäristöön liittyviin tekijöihin pohjautuvia havaintoja ja tulkintoja, jotka vaikuttavat varsinaiseen oppimisprosessiin. Oppimisprosessiin vaikuttavat aikaisemmat tiedot ja motivaatio, mutta myös metakognitiivinen taso, jolla oppilas säätelee omaa oppimistaan ulkoaopetteluun ja ymmärtämisen välillä (Tynjälä 1999). Tynjälän (1999) mukaan oppimisprosessin seurauksena oppilaalle kehittyy tietoja ja taitoja, joita voidaan arvioida mittaamalla määrällisesti tai laadullisesti eli

tarkastelemalla oppimisen syvyyttä. Lisäksi oppija voi myöhemmin hyödyntää oppimiaan taitoja uusien havaintojen tekemisessä.

Käsitys oppimisesta vaikuttaa myös käytössä olevaan opetussuunnitelmaan, opetusmenetelmiin ja oppimisen arviointiin (Tynjälä 1999). Oppimisen ja opetuksen tavoitteet ja sisällöt säädetään valtakunnallisessa opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2015). Lukion opetussuunnitelman perusteiden uudistus vaikuttaa käytettäviin oppimateriaaleihin, ja koska oppimateriaalit pyrkivät vastaamaan käytössä olevaa opetussuunnitelmaa, uudistuvat myös oppikirjat (Olkinuora ym. 1992, Heinonen 2005).

Uudistetut, tällä hetkellä voimassa olevaan lukion opetussuunnitelman perusteisiin pohjautuvat opetussuunnitelmat otettiin käyttöön lukioissa vaiheittain syksystä 2016 alkaen. Lukion opetussuunnitelman perusteiden oppimiskäsitys on konstruktivistinen eli lukio-opetuksessa oppilas nähdään aktiivisena oppijana, joka oppii vuorovaikutuksessa muiden kanssa, lisäksi oppilaan nähdään olevan tietoinen omasta oppimisprosessistaan ja kehittävän ajatteluntaitojaan lukion aikana (Opetushallitus 2015). Oppiminen on monimuotoista, joten oppimisympäristöjen ja opetusmenetelmien tulee olla monipuolisia (Opetushallitus 2015). Opetussuunnitelman perusteisiin nojaten lukio-opetus ei voi enää perustua pelkästään opettajakeskeiseen opetukseen eli perinteiseen luentotyypin opetukseen, mikä on aiemmin ollut vallitsevaa suomalaisessa koulumaailmassa (Palmberg 2005).

Opetussuunnitelman perusteiden (2015) mukaan opetuksessa tulisi suosia tutkivia ja ongelmanratkaisua vaativia työtapoja, sillä niiden avulla sisällöllisen asian ohella opitaan muita tärkeitä taitoja, kuten oppimaan oppimista, monipuolisia ajatteluntaitoja ja yhteistyötaitoja. Yksi keino toteuttaa edellä kuvatun mukaista opetusta on tutkiva oppiminen. Tutkiva oppiminen on etenkin luonnontieteille ominaista, sillä esimerkiksi biologia perustuu tieteenä suurelta osin

kokeellisuuteen (Yli-Panula 2005b). Yli-Panulan (2005) mukaan biologiaa tulisikin opettaa koulussa kokeiden tekemisen ja tutkimusten avulla.

Lukioissa biologia on yksi kaikille pakollisista oppiaineista, jota on mahdutettava opintoihin vähintään kaksi kurssia, lisäksi valtakunnallisia syventäviä kursseja on tarjolla kolme (Opetushallitus 2015). Biologia on laaja tieteenala, jonka osa-alueita eri lukiokurssit käsittelevät esimerkiksi seuraavien aihepiirien kautta: solut, ihmiselimestö, evoluutio, ekologia ja bioteknologia. Uuden opetussuunnitelman myötä kokeellisuutta tulisi hyödyntää lukion biologian opetuksessa aiempaa enemmän. Opetussuunnitelmaan on kirjattu jokaisen kurssin kohdalle, että kurssiin kuuluu joko itsenäinen tai yhteistyössä toteutettava kokeellinen työ, tutkimus tai kehittämisprojekti (Opetushallitus 2015).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, minkä verran opetussuunnitelman perusteissa painotettua tutkimuksellisuutta ja kokeellisuutta eli tutkivaa oppimista on sisällytetty biologian oppikirjojen, lukion päättävän ylioppilaskokeen ja biologian valintakokeiden tehtäviin. Lisäksi tavoitteena oli tulkita, minkä tyyppisiä käytetyt tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät ovat.

Tutkimuskysymykset tässä tutkimuksessa olivat:

- Kuinka suuri osuus oppikirjojen tehtävistä on tutkivan oppimisen mukaisia, ja onko niitä tasaisesti kaikilla biologian aihealueilla?
- Minkä tyyppisiä tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät ovat: sisältävätkö ne koko luonnontieteellisen tutkimuksen vaiheet vai pelkästään joitakin tutkimuksen osavaiheita?
- Onko tutkivaa oppimista soveltavia tehtäviä myös ylioppilaskokeissa ja biologian yhteisvalinnan valintakokeissa?

Oletuksena oli, että lukion biologian oppikirjat sisältävät tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä, koska opetussuunnitelman perusteet edellyttävät tutkimuksellisuutta (Opetushallitus 2015). Tehtävämäärän oletettiin olevan melko

vähäinen, koska aiemmissa alakoulun oppikirjoja koskevissa tutkimuksissa tutkivan oppimisen osuus on ollut pieni (Alanko ja Lindberg 2010, Nikkanen 2013). Oletuksena oli, että tutkivaa oppimista esiintyisi eniten ekologia aihepiirissä, koska maastotutkimukset ovat olennainen osa biologian ja etenkin ekologian opetusta (Uitto 2005) ja samalla yksi tutkivan oppimisen työtapaa (Palmberg 2005). Myös solubiologiaa käsittelevässä osassa oletettiin olevan melko paljon oppilaita aktivoivia työtapoja, sillä aihepiirin syvällisempi ymmärrys on paremmin saavutettavissa konkreettisella työskentelyllä (DiCarlo 2006). Esimerkiksi genetiikan aihealue on sellainen, jossa kannustetaan päättelyyn ja hyödyntämään ongelmanratkaisutaitoja (Tsui ja Treagust 2007). Vastaavasti oletus oli, ettei evoluutio-osuudesta löytyisi juurikaan tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä, sillä evoluution opettamista pidetään hankalana, eivätkä sen opettamiseen käytetyt työtavat ole olleet monipuolisia (Rutledge ja Mitchell 2002).

Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean (1989) mukaan koetilanteessa ei ole mahdollista etsiä tietoa ulkopuolisista lähteistä tai keskustella aihepiiristä muiden kanssa, mikä tekee tilanteesta erilaisen muuhun opiskeluun verrattuna. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellut ylioppilas- ja valintakoetehtävät on laadittu edellisen käytössä olleen opetussuunnitelman pohjalta, jossa tutkivan oppimisen merkitys on ollut pienempi (Opetushallitus 2003). Koska tutkiva oppiminen mielletään pitkäkestoiseksi, vuorovaikutusta vaativaksi oppimismuodoksi, oletettiin, ettei ylioppilaskokeista tai yliopiston valintakokeista löydy tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä, tai tällaisia tehtäviä on vain yksittäin.

2 TUTKIVA OPPIMINEN

2.1 Konstruktivistinen oppimiskäsitys

Konstruktivismi voidaan nähdä oppimiskäsityksenä, mutta myös laajemmin tietoteorianana (Puolimatka 2002). Puolimatkan (2002) mukaan Piaget ja Vygotsky ovat tyyliuunnan tunnetuimpia kannattajia. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan tieto on subjektiivista eli yksilön itsensä tuottamaa (Tynjälä 1999). Tynjälän (1999) ja Puolimatkan (2002) mukaan oppija on aktiivinen toimija, joka rakentaa tietoa ja luo kokonaiskuvaa prosessoimalla havaintojaan aikaisempien tietojen ja kokemusten avulla. Oppiminen on aina tulkinnan tuotos ja asioiden oppimiseen vaikuttaa oppijan kiinnostuksen kohteet ja hänen tekemänsä valinnat (Puolimatka 2002). Konstruktivistisen näkemyksen mukaan oppiminen muodostuu ymmärtämisestä ja merkitysten rakentamisesta tarkasteltaville asioille eli oppiminen ei ole passiivista tiedon siirtämistä ja ulkoa muistamista, vaan enemmänkin kokonaisuuksien ymmärtämistä ja asioiden välisten yhteyksien löytämistä (Tynjälä 1999). Konstruktivismissa oppilaan omatoimisuus, yhdessä tekeminen ja aktiivinen osallistuminen oppimiseen ovat ydinasioita (Puolimatka 2002).

Opettamisen näkökulmasta konstruktivistinen oppimiskäsitys muuttaa oppilaan roolin aktiiviseksi tiedonetsijäksi, jota opettaja ohjaa ja haastaa tiedollisesti saavuttamaan päämäärän (Tynjälä 1999). Tynjälän (1999) mukaan opettaminen perustuu oppijan aiempien tietojen hahmottamiseen ja oppilaan tietojen hyödyntämiseen uuden tiedon pohjalla, lisäksi opetuksessa huomioidaan oppijan metakognitiiviset taidot ja kiinnitetään huomiota esimerkiksi itsesäätelytaitoihin. Hyvä oppilaantuntemus edesauttaa opettajan työtä yksilöllisessä oppimisen ohjaamisessa (Puolimatka 2002). Opetustilanteissa opetetaan kokonaisuuksia ja muita tietämisen kannalta hyödyllisiä taitoja yksittäisten faktojen sijaan ja pyritään siihen, että oppija kykenee soveltamaan ja siirtämään opittua myös muuhun tilanteeseen (Tynjälä 1999). Lisäksi Tynjälän (1999) mukaan konstruktivismissa

korostuu oppimisen sosiaalinen vuorovaikutteisuus. Kun kaikki edellä esitetyt oppimisen ominaisuudet otetaan huomioon, täytyy myös koulun arviointikäytäntöjä, opetusmenetelmiä ja opetussuunnitelmia uudistaa vastaamaan vallalla olevaa oppimiskäsitystä (Tynjälä 1999).

2.2 Metakognitio ja oppiminen

Oppimiseen liittyy tiiviisti myös metakognitio. Käsitteen taustalla on ajatus mielen teoriasta eli yksilöiden tietoisuudesta omasta ja muiden mielestä sekä ihmisen ajattelun monitasoisuudesta, jossa yksilö pystyy arvioimaan omaa ajatteluaan (Lehtinen ym. 2016). Metakognitio voidaan määritellä jakamalla se neljään osaan: metakognitiiviseen tietoon, kokemuksiin, tavoitteisiin ja toimintaan (Flavell 1979). Ensimmäinen näistä viittaa oppilaan tietoisuuteen itse mielen toiminnasta. Metakognitiiviset kokemukset taas ovat oppilaan kokemia ongelmia oppimisessa tai ymmärtämisessä tai havaintoja omien tietojen puutteellisuudesta, mitkä ohjaavat oppilaan huomion oman mielensä toimintaan ja johtavat näiden asioiden reflektointiin. Metakognitiiviseen ajatteluun voidaankin kasvatopsykologi John Deweyn mallin mukaisesti, liittää voimakkaasti ajatus kehämäisestä, reflektioivasta ajattelusta, joka voi kohdistua sekä oppilaan omaan toimintaan että ajatteluun (Miettinen 1998). Metakognitiiviset tavoitteet viittaavat oppilaan tavoitteisiin kognitiivisesta toiminnasta (Lehtinen ym. 2016). Toiminta puolestaan viittaa niiden taitojen ja strategioiden käyttöön, joilla oppilas ohjaa omaa toimintaansa. Lehtisen ym. (2016) mukaan metakognitiivisesta toiminnasta käytetään myös käsitteitä metakognitiivinen valvonta ja säätely tai itsesäätely.

Oppilaan metakognitiivisilla taidoilla on vahva yhteys oppilaan oppimiseen. Etenkin lapsilla metakognitiiviset valmiudet ovat heikot, sillä ne ovat vasta kehitymässä (Mikkilä ja Olkinuora 1995, Hakkarainen ym. 2004). Oppilaan metakognitiivisen valvonnan tason on katsottu olevan yhteydessä oppimiseen, esimerkiksi tilanteeseen sopivien oppimisstrategioiden valintaan (Efklides 2006), mikä tyypillisesti johtaa parempaan suoriutumiseen, oppimistuloksiin ja

motivaatioon (mm. Ames ja Archer 1988, Ford ym. 1998, Glogger ym. 2012, Mutawah ym. 2017). Metakognitiolla on tärkeä rooli esimerkiksi kommunikaatioon, luetun ymmärtämiseen, kirjoittamiseen, kielten oppimiseen, muistiin ja huomion suuntaamiseen sekä moniin muihin oppimisen kannalta tärkeisiin asioihin (Flavell 1979). Schneider ja Stern (2010) nostavat metakognitiiviset taidot yhdeksi korkeatasoisen oppimisen avaintekijäksi.

Tutkivaan oppimiseen liitettävä itsenäinen ongelmanratkaisu ja tiedonhaku aktivoivat oppilaissa monia kognitiivisia että metakognitiivisia prosesseja, joista ulospäin näkyvä keskustelu on vain hyvin pieni osa (De Grave ym. 1996). Itseohjautuva ja aktiivinen opiskelu kehittävät näitä taitoja paremmin kuin passiivinen tiedon vastaanottaminen. Esimerkiksi Hakkaraisen ym. (2004) mukaan yksi ongelmalähtöisen, samoin kuin tutkivan oppimisen, eduista on juuri oppilaan itsesäätelyn taitojen kehittyminen. Tutkiva oppiminen on luonteeltaan aktiivista, ja ratkaistessaan ongelmia itsenäisesti omien ratkaisumallien pohjalta, oppilaat huomaavat helpommin aukkoja omissa tiedoissaan, asettavat tämän pohjalta henkilökohtaisia tavoitteita ja oppivat hakemaan uutta tietoa (Hakkarainen ym. 2004). Hakkaraisen ym. (2004) mukaan oppilaat oppivat arvioimaan omia vahvuuksiaan ja heikkouksiaan, kun ilmenneistä ongelmista keskustellaan ja niitä analysoidaan. On kuitenkin tiedostettava, että aktiivisen oppimisen eli myös tutkivan oppimisen tehokas soveltaminen vaatii passiiviseen, ulkoiseen oppimiseen verrattuna oppilailta enemmän metakognitioon ja itsesäätelyyn liittyviä valmiuksia (Bell ja Kozlowski 2008). Tämä on asia, joka opettajien tulee ottaa huomioon opetusta suunnitellessaan.

Metakognitiivisiin taitoihin liittyy läheisesti ajatus ajattelun kehityksestä. Ajattelun kehitykseen kuuluu Kallion (2016) ajattelun kehitystä koskevan teoksen perusteella eri osa-alueita, esimerkiksi yleinen ajattelun kehitys, joka kehittyy yksinäkökulmaisesta eli absoluuttisesta, mustavalkoisesta ajattelusta kasvun myötä yhdistävään eli integroivaan, muiden ja omat näkökulmat huomioivaan ajatteluun. Ajattelun kehitys näiden vaiheiden välillä ei toki välttämättä ole

lineaarista, ja taso voi yksittäisen yksilön kohdalla vaihdella eri aihe-alueiden välillä (Kallio 2016).

2.3 Tutkivan oppimisen prosessi

Tutkivan oppiminen voidaan määritellä eri tavoin. Hakkarainen ym. (1999) tiivistävät tutkivan oppimisen tieteellisen ajattelun muodoksi, jolla oppilaita opetetaan ajattelemaan asioita monipuolisesti eli kehitetään ajattelutaitoja. Tutkivan oppimisen avulla opiskeltavista asioista pyritään saamaan laajempi kuva eli tutkivalla oppimisella tähdätään aiempaa syvempään tiedon omaksumiseen ja ymmärtämiseen, luodaan asioiden välille yhteyksiä ja muodostetaan tiedoista laajoja kokonaisuuksia vuorovaikutuksessa muiden kanssa, eikä vain tiedon muistamiseen yksittäistä koetilannetta varten (Hakkarainen ym. 2005). Tutkivassa oppimisessa oppiminen nähdään tutkimusprosessina, jossa luodaan uutta tietoa ja ymmärrystä käsiteltävästä asiasta (Hakkarainen ym. 2004). Hakkaraisen ym. (2005) mukaan tutkiva oppiminen ei ole vain pedagoginen malli, vaan kokonaisvaltainen lähestymistapa asioihin. Tutkivaa oppimista voidaan tarkastella ajattelun kehittymisen, työtapojen (esimerkiksi luonnontieteellisen tutkimuksen), työskentelyn avoimuusasteen, lopputuloksen tai tiedonkäsitelmän näkökulmasta (Yli-Panula 2005b).

Tarkasteltaessa tutkivaa oppimista työtapojen kautta, huomataan, että hyvin monet oppilasta aktivoivat työtavat pohjautuvat tutkivan oppimisen hyödyntämiseen (Palmberg 2005). Esimerkiksi laboroinnit ja demonstraatiot sisältävät tutkivan oppimisen vaiheita, mutta myös erilaiset projektit kehittävät samoja taitoja (Yli-Panula 2005b). Tutkivassa oppimisessa oppiminen tapahtuu usein tutkimusprosessin vaiheiden avulla. Kokeellisuuteen perustuvan tutkivan oppimisen käyttäminen opetuksessa on mielekästä, kun oppilailla on tietoa ilmiön teoreettisesta taustasta (Yli-Panula 2005b). Tutkivaan oppimiseen liittyy aina älyllinen ulottuvuus, eikä se koskaan ole vain yksinkertaista tekemällä oppimista (Hakkarainen ym. 2004).

Tutkiva oppiminen on prosessi, jonka avulla tuotetaan uutta tietoa ja syvennetään ymmärrystä tutkittavasta asiasta (Hakkarainen ym. 2004). Hakkaraisen ym. (2004) mukaan tutkiva oppiminen on tietoista ja tavoitteellista toimintaa, jolla pyritään saavuttamaan ymmärrys käsiteltävästä asiasta ja selittämään ilmiö aiempien teorioiden eli erilaisten tietolähteiden avulla, mutta myös itse kokeilemalla. Oppilaiden tulisi tiedostaa tutkivan oppimisen rakenne, jotta he voisivat jäsentää tietoa eri vaiheiden mukaisesti ja heillä olisi käsitys siitä, mitä heiltä odotetaan (Hakkarainen ym. 2005).

Tutkivan oppimisen mallia voidaan kuvata vaiheittain etenevänä prosessina, kehämäisenä jatkumona (Kuva 1). Jaettu asiantuntijuus eli omien tietojen jakaminen ja toisten tietojen vastaanottaminen eli vuorovaikutuksessa tapahtuva oppiminen on tutkivan oppimisen kulmakivi (Hakkarainen ym. 2005). Hakkaraisen ym. (2004) mukaan vuorovaikutteisella oppimisella saavutetaan syvempi ymmärrys käsiteltävästä aiheesta, kun hyödynnetään eri yksilöiden oivalluksia. Jaettu asiantuntijuus esiintyy koko tutkivan oppimisen prosessin ajan ja sen avulla kehitetään asian tiedollisen määrän lisäksi myös osanottajien sosiaalisia valmiuksia, tiedon kokoamisen ja kysymisen taitoja (Hakkarainen ym. 2004). Tutkivan oppimisen malli rakentuu useista osa-alueista, jotka yhdessä muodostavat tutkivan oppimisen prosessin.

Tutkivan oppimisen prosessin ensimmäinen vaihe on kontekstin luominen. Tutkiva oppiminen kiinnitetään johonkin opetussuunnitelmassa esillä olevaan aihepiiriin, jonka valintaan oppilaat kannattaa ottaa mukaan, jolloin tutkiminen on innostavampaa (Hakkarainen ym. 2004). Hakkaraisen ym. (2004) mukaan aiheen tarkoitus on motivoida oppilaita tutkivan oppimisen prosessiin ja luoda asioille merkityksiä sekä yhtymäkohtia heidän arkeensa eli tarkoituksena on pohtia yhdessä, mitä aiheeseen liittyvää tiedämme ennalta. Tutkimuksen lähtökohtana olevan asian tulee olla monimutkainen, jonka tutkiminen vaatii aidosti tiedonetsintää, eikä osallistujilla ole ennalta kaikkia tarvittavia tietoja (Hakkarainen ym. 2004). Tutkivan oppimisen prosessi etenee seuraavaksi

vaiheeseen, jossa tutkittavasta asiasta muodostetaan tutkimusongelma erilaisten aiheesta heränneiden kysymysten avulla (Hakkarainen ym. 2005). Hyödyntämällä aidosti oppilaista lähteviä ideoita, tutkiminen on merkityksellisempää (Hakkarainen ym. 2004). Jos lapsi haluaa tietää aiheesta lisää eli hän kokee tarvitsevansa enemmän ymmärrystä, ilmenee asia usein ”miksi” ja ”kuinka” -kysymyksinä (Hakkarainen ym. 2005). Tutkivassa oppimisessa oppilas ei saa opettajalta suoraa vastausta kysymykseensä, vaan hänen tulee kysymysten ja mallien avulla kyetä itse selvittämään ratkaisu eli etsiä ja rakentaa itse tietoa.

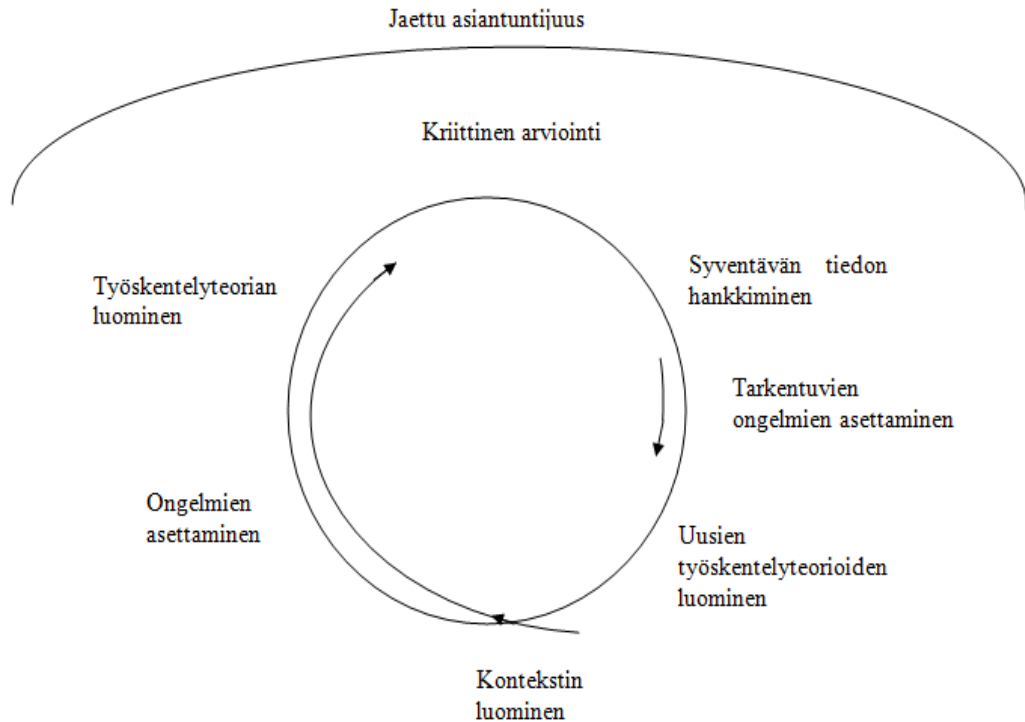
Kun tutkimuskysymykset ja aihe on saatu alustavasti rajattua, siirrytään mallissa seuraavaan vaiheeseen. Kolmas vaihe on työskentelyteorioiden luominen, jossa oppilaat luovat tarkasteltavasta ilmiöstä omia hypoteeseja, olettamuksia ja kehittelevät ilmiötä selittäviä malleja (Hakkarainen ym. 2004). Hakkarainen ym. (2004) korostavat, että tässä vaiheessa kaikki ideat ovat kullannarvoisia ja onkin tärkeää luoda avoin, kannustava ilmapiiri, jossa jokainen uskaltaa tuoda ajatuksensa julki. Hakkarainen ym. (2004) huomauttavat, että opettajan kannattaa antaa oppilaille työskentelyteorioiden miettimiseen runsaasti aikaa, sillä silloin voidaan parhaiten havainnoida oppilaiden omia näkemyksiä käsiteltävästä asiasta. Havaintojen avulla voidaan muodostaa kuva oppilaiden virheellisistä ennakko-oletuksista, joita voidaan kyetä myöhemmin työskentelyn avulla muuttamaan (Hakkarainen ym. 2004).

Tutkimusprosessissa on hyvä pysähtyä välillä arvioimaan saatua tietoa ja toteutettua toimintaa kriittisesti. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota tutkimusprosessin edistymiseen sekä luotujen työskentelyteorioiden vahvuuksiin ja heikkouksiin, jolloin teorioiden ja oman toiminnan kehittäminen on mahdollista (Hakkarainen ym. 2004). Hakkarainen ym. (2004) kuitenkin korostavat, ettei arviointia kiinnitetä yksittäisiin henkilöihin tai heidän ajatuksiinsa.

Arvioinnin jälkeen etsitään tietoa eri lähteistä, jonka avulla tutkimuksen ilmiö pyritään ymmärtämään (Hakkarainen ym. 2004). Hakkaraisen ym. (2004)

antamien esimerkkien mukaan tietoa voidaan etsiä tieteellisistä lähteistä, oppikirjoista, haastattelemalla asiantuntijoita tai järjestelemällä itse ilmiötä mallintava kokeellinen tutkimus. Tehokkain tapa muuttaa virheellisiä ennakkoletuksia on toteuttaa ilmiöstä oma kokeellinen tutkimus, jolloin itse voi konkreettisesti havaita ilmiön (Hakkarainen ym. 2005). Hakkaraisen ym. (2005) mukaan on hyvä etsiä tietoa monipuolisesti, sillä silloin saatavissa oleva tieto on luotettavampaa, kun tietoja pystyy vertailemaan. Oppilaille on hyvä opettaa tiedon etsintää eri lähteistä, jotta oppilaat oikeasti löytävät tietoa käytettävistä lähteistä ja lisäksi osaavat etsiä käyttämistään lähteistä tehtävän kannalta oleellista ja oikeaa tietoa (Hakkarainen ym. 2005).

Uusi hankittu tieto johtaa todennäköisesti tarkentuvaan ongelman asetteluun eli uusiin tutkimuskysymyksiin ja todennäköisesti uuden työskentelyteorian luomiseen. Tutkivan oppimisen prosessi syvenee vähitellen ja muodostaa kehämäisen rakenteen, jos sen annetaan jatkua (Hakkarainen ym. 2004). Tutkivan oppimisen prosessi ei ole aina samanlainen rakenteeltaan. Tutkivan oppimisen prosessin vaiheet voivat vaihdella eri sisältöjä käsiteltäessä, aina kaikkia vaiheita ei hyödynnetä niin selkeästi tai vaiheiden järjestys voi vaihdella (Hakkarainen ym. 2005). Hakkaraisen ym. (2005) mukaan tutkivan oppimisen prosessi voi olla pitkäkestoinen, sillä syklin eri vaiheita voidaan toistaa loputtomasti. Vastaavasti tutkivaa oppimista voidaan toteuttaa myös lyhytkestoisesti, hyödyntämällä yksittäistä tutkivan oppimisen sykliin kuuluvaa osa-aluetta (Hakkarainen ym. 2005).



Kuva 1. Malli tutkivan oppimisen prosessin eri vaiheista (muokattu Hakkaraisen ym. 2004, 2005 pohjalta).

Tutkiva oppiminen voidaan jakaa myös tasoihin (*levels*), jolloin sitä hahmotetaan jonkun ominaisuuden määrän mukaan. Ajatuksen tästä toi ensimmäisen kerran esiin Bellin ym. (2005) mukaan Schwab vuonna 1958 tutkimuksessaan *The teaching of science as an inquiry*. Tämän jälkeen on luotu erilaisia tasoihin perustuvia malleja, jotka perustuvat esimerkiksi siihen, miten paljon tietoa ja ohjausta oppilaille annetaan. Tutkiva oppiminen voi vaihdella myös sen monimutkaisuuden ja vaativuuden suhteen (Bell ym. 2005).

Erään tällaisen tasoihin perustuvan mallin esittivät Banchi ja Bell (2008). He jakoivat tutkivan oppimisen neljään eri avoimuuden tasoon sen perusteella, miten paljon tietoa ja ohjeistusta oppilaille annetaan. Näitä tasoja ovat enemmän ohjatusta vähemmän ohjattuun *varmentava tutkimus*, *strukturoidu tutkimus*, *ohjattu tutkimus* sekä *avoin tutkimus*. Varmentavan tutkimuksen tasolla työskentely on oppilaille selkeintä ja ennalta ajatellen helpointa, sillä oppilaille annetaan kysymys

ja toimintamenetelmät. Tällä tasolla myös lopputulos on jo ennalta tiedossa ja taustalla on aiempien ideoiden varmentaminen ja vahvistaminen. Strukturoidussa tutkimuksessa, kysymykset ja menetelmät annetaan oppilaille, mutta lopputulos jätetään avoimeksi. Tällöin oppilaille jää aiempaa suurempi vastuu kokeiden ja tehtävien tuloksista sekä niistä tehtävistä johtopäätöksistä. Ohjatussa tutkimuksessa oppilaille annetaan vain tutkimuskysymykset ja he suunnittelevat itse menetelmät ja tulkitsevat tuloksia. Haastavimmalla tasolla, avoimessa tutkimuksessa, oppilaat toimivat lähes kuten tutkijat, kehittävät itse sekä tutkimuskysymykset että niiden ratkaisumenetelmät. Tämän jälkeen he tekevät omat johtopäätöksensä (Banchi ja Bell 2008).

Banchin ja Bellin (2008) mukaan tasot eivät ole erillisiä, vaan avoimuus tulisi mieltää jatkumona. Toisessa päässä on tällöin melko vahvasti ohjattu varmentava tutkimus, ja toisessa hyvin oppilasvetoinen avoin tutkimus. Opettajan kannalta tärkeää on tiedostaa oppilaiden taitotaso: avoin tutkimus vaatii oppilailta monia kehittyneitä taitoja, mukaan lukien metakognitiivista osaamista, eikä sitä voida mieltää sopivaksi aloittamistasoksi (Banch ja Bell 2008). Sen sijaan optimaalinen opetus etenee progressiivisesti helpommista tutkivan oppimisen tasoista kohti avoimempaa, itsenäistä tutkimuksen tekoa (Bell ym. 2005). Yli-Panula (2005b) totesi, että koulussa tutkimukset sijoittuvat kolmelle alimmalle tasolle, useimmiten vain kahdelle alimmalle tasolle. Huomattavaa on, että ohjauksen sovittaminen oppilaiden taitotasolle voidaan myös yleisesti todeta tukevan oppimista (Lehtinen ym. 2016). Oppilaan taitotasolle sopivalle ja asteittain kehittyvälle ohjaukselle löytyy kansainvälisessä kasvatustieteellisessä tutkimuksessa myös oma terminsä, *scaffolding*. Tällaisella ohjauksella on todettu olevan yhteyksiä tehokkaampaan oppimiseen ja metakognition kehitykseen, myös erityisopetuksessa, joskin sen toteuttaminen on myös opettajalle hyvin vaativaa (Lehtinen ym. 2016)."

Tutkivaa oppimista toteutetaan helposti usein kokeellisissa luonnontieteissä, mutta yhtäläillä tutkivaa oppimista voidaan hyödyntää myös muissa oppiaineissa, samoin osana laaja-alaisia kokonaisuuksia yhdistelemällä eri aineiden osaamista

(Hakkarainen ym. 2004). Hakkaraisen ym. (2004) mukaan tutkivan oppimisen osa-alueiden kehittämät taidot ovat tarpeellisia oppijan koko opiskelu-uran ajan, lisäksi hankitut taidot ja valmiudet ovat tarpeellisia myös myöhemmin työelämässä, jossa tiedonetsintä, oleellisen tiedon kokoaminen ja esittäminen ovat yleisiä tehtäviä.

Tutkivan oppimisen lopputuloksena tuotetaan usein konkreettinen tuotos, kuten juliste, päiväkirja tai tutkimusraportti, sillä oppilaat kokevat tutkimuksensa tällöin merkityksellisemmäksi (Hakkarainen ym. 2005). Lopputuotos sisältää havainnollistavia kuvia ja diagrammeja tutkittavista asioista (Yli-Panula 2005b). Tutkimuksen aikainen raportointi ilmentää loppuraporttia paremmin tutkimuksen vaiheet, jolloin oppimisen rakentumista voidaan kuvata laajemmin ja jäsentää opittua lähes reaaliaikaisesti (Hakkarainen ym. 2005). Hakkaraisen ym. (2005) mukaan tutkimusraportti ei kuitenkaan saisi olla pääosassa tutkivassa oppimisessa, vaan huomion tulisi kiinnittyä koko prosessiin.

Tutkivaa oppimista hyödynnettäessä opettaja arvioi oppilaita koko prosessin ajan, ei pelkästään lopputuotosta (Palmberg 2005). Ohjaus ja palautteen antaminen tutkivan oppimisen prosessin aikana on osa arviointia, mutta myös osa oppilaan oppimista ja oman tekemisensä arviointia (Hakkarainen ym. 2005). Opettaja ei voi olla tietoinen kaikista yksittäisen oppilaan oppimisen vaiheista, joten erityisen tärkeää oppilaiden oppimisen ja oikeudenmukaisen arvioinnin kannalta on käyttää oppilaiden omaa itsearviointia opettajan antaman arvioinnin lisäksi (Hakkarainen ym. 2004, 2005). Tutkivan oppimisen mukaista toimintaa voidaan arvioida tarkastelemalla toiminnan johdonmukaisuutta, sujuvuutta, merkintöjen todenperäisyyttä, huolellisuutta, välineiden käyttötaitoa tai tuloksiin löydettyjä vastauksia ja niiden esittämistä (Jeronen ja Kaikkonen 2005). On tärkeää arvioida oppilaita työskentelyn aikana eli hyödyntää *formatiivista arviointia*, jolloin oppilaat voivat kehittää itseään, mutta myös lopullisella oppimisen varmistavalla arvioinnilla, *summatiivisella arvioinnilla*, on oma roolinsa ja yhdessä käytettynä

arviointimuodot muodostavat laajan kuvan oppilaan osaamisesta (Hakkarainen ym. 2005).

2.4 Tutkiva oppiminen muuttaa oppilaan ja opettajan rooleja

Opetusmuodot voidaan jakaa opettajajohtoisein ja oppilaslähtöisiin (Palmberg 2005). Tyypillisesti opettajajohtoisessa opetuksessa opettaja luennoi ja käyttää lisäksi jotakin esittävää materiaalia puheensa tukena. Kärjistetyksi oppilaan voidaan nähdä olevan tällaisessa opetuksessa vain passiivinen tiedon vastaanottaja (Anderson 2002). Suomessa opetuskuulttuuri on perustunut pitkälti opettajajohtoiseen opetukseen (Yli-Panula 2005b), joskin esiopetuksessa ja alakoulun ensimmäisinä vuosina lapsilähtöinen opetus on yleistä (Lerkanen ym. 2016). Alakouluissa oppilaslähtöisen opetuksen rinnalla käytetään myös opettajajohtoisein työtapoihin perustuvaa opetusta tilanteen mukaan vaihdellen (Tang ym. 2016). Opettajajohtoista opetusta pidetään perinteisenä opetusmuotona, jota oppilaslähtöiset työtavat haastavat (McCarthy ym. 2000, Anderson 2002).

Tutkiva oppiminen voimakkaasti oppilaslähtöistä (Anderson 2002, Yli-Panula 2005b). Oppilaslähtöisen työtavan käyttö muuttaa oppilaan roolia perinteiseen opettajajohtoiseen opetukseen verrattuna, sillä sekä oppiminen että opetus lähtevät oppilaan lähtökohdista. Tällöin oppilas mielletään itseohjautuvaksi ja itsenäiseksi tiedon hankkijaksi ja tuottajaksi eli oppilaan rooli on aktiivinen (Anderson 2002). Tutkiva oppiminen on keskeinen omatoimisen opiskelun muoto biologian opiskelussa (Yli-Panula 2005b). Oppilaslähtöisissä työtavoissa oppilaat ratkaisevat yhteistyössä erilaisia ongelmia, keksivät ratkaisuja kokeilemisen ja aiempien kokemustensa kautta (Kirschner 2006). Tutkivassa oppimisessa nämä elementit ovat vahvasti läsnä. Oppilaslähtöisyys opetuksessa näkyy esimerkiksi oppilaiden motivaatiossa. Saman kurssin käyneistä oppilaista oppilasta aktivoivan opetuksen käyneet ovat olleet selvästi tyytyväisempiä kuin perinteiseen opetukseen osallistuneet (McCarthy ym. 2000). Oppilaan aktiivinen tiedon prosessointi syventää oppimista ja lisää tyytyväisyyttä (Hakkarainen ym. 2004).

Etenkin biologian opiskelijoiden on havaittu yltävän muita parempiin koetuloksiin tällaisia menetelmiä käyttämällä (Hmelo-Silver ym. 2007). Positiivisia vaikutuksia on havaittu lisäksi esimerkiksi yliopisto-opiskelijoilla tieteellisen lukutaidon ja itseluottamuksen osalta (Gormally ym. 2009), yläkoululaisilla analyyttisen ajattelun kohdalla (Panasan ym. 2010) sekä kaikissa ikäluokissa yhteistyö- ja ongelmanratkaisutaitojen kehittymisenä (Prince 2004).

Samalla, kun oppilaan rooli muuttuu, muuttuu myös opettajan rooli. Kun opetus perustuu itseohjautuvaan oppimiseen, on opettajan tehtävänä tukea oppilaita, ohjata oppimistilanteita, innostaa oppilaita oppimaan itse ja vuorovaikutuksessa toisten oppilaiden kanssa (Tynjälä 1999, Anderson 2002, Puolimatka 2002, Hakkarainen ym. 2004, Lehtinen ym. 2016). Opettajan rooli on jatkossa olla oppimisen ohjaaja ja mentori. Opettajan rooli on siis aktiivinen myös oppilaslähtöisessä tutkivan oppimisen prosessissa (Lehtinen ym. 2016). Kirschnerin ym. (2006) mukaan konstruktivismiin perustuviin ja oppilaan aktiivista roolia korostaviin työtapoihin, kuten tutkivaan oppimiseen liitetään usein vähäinen ohjaus. Suora ja yksiselitteinen ohjeistus edistää aloittelevien ja keskitason oppilaiden kohdalla oppimista tehokkaammin kuin vähäinen ohjaus, samoin on havaittu usein myös edistyneempien oppilaiden kohdalla (Kirschner ym. 2006). Kirschnerin ym. (2006) mukaan heikko ohjaus ei välttämättä ole vain tehotonta, sillä se voi olla myös haitallista, kun asioita opitaan väärin tai muuten puutteellisesti. Todellisuudessa oppilaslähtöisten menetelmien käytössä ohjauksen merkitys korostuu (Hmelo-Silver ym. 2007). Opettajan ohjauksella on vaikutusta tutkivan oppimisen prosessin etenemiseen, sillä ilman ohjausta oppilaiden on vaikea päästä eteenpäin (Hakkarainen ym. 2005). Opettajan rooli oppilaiden tukijana vahvistuu ja suunnittelun rooli korostuu (Hmelo-Silver ym. 2007). Myös Hungin (2011) mukaan oppilaiden oma-aloitteisuuteen perustuvien menetelmien, kuten tutkivan oppimisen tulee olla hyvin suunniteltua, jotta oppiminen on tehokasta. Opettajalla täytyy olla myös keinoja taata, että oppiminen on opetussuunnitelman mukaista (Hung 2011). Lisäksi opettajien tulisi

sisällyttää suunnitelmaan myös itseohjautuvan oppimisen taitoja sekä metakognitiivisten taitojen ja yhteistyötaitojen oppiminen (Scardamalia ja Bereiter 2006). Suunnittelussa on huomioitava erilaiset kulttuurit ja monikulttuuriset oppilasryhmät, sillä oppilaan lähtökohdat voivat vaikuttaa oppimistuloksiin (Keys 2001).

Opettajalla tulisi olla hyvät tiedot opiskeltavasta ilmiöstä, jotta hän kykenee ohjaamaan oppijoita eteenpäin (Hakkarainen ym. 2005). Opettajajohtoisessa opetuksessa opettaja määrää, mitä opiskellaan ja kykenee melko hyvin kontrolloimaan keskustelua siten, että voi toimia omalla mukavuusalueella eli hallitsemisissa asioissa (Hakkarainen ym. 2005). Tutkivaa oppimista hyödynnettäessä tilanne on toinen. Oppilaiden ollessa aktiivisia tiedon tuottajia esiin voi nousta kysymyksiä, joihin opettaja ei tiedä vastausta, jolloin hän joutuu epämukavuusalueelle ja myöntämään oppilaille tietämättömyytensä, jolloin opettajan täytyy osata suhtautua tilanteeseen, myös opettaja voi oppia uutta, eikä opettajan tarvitse tietää kaikkea (Hakkarainen ym. 2005). Tutkiva oppiminen voi siis kehittää opettajan aineenhallintaa. Toisaalta Yli-Panulan (2005a) mukaan opettajan tulisi hallita opetettava asiakokonaisuus.

2.5 Tutkivan oppimisen mahdollisuudet ja uhat opetuksessa

Tutkivan oppimisen on todettu sopivan hyvin etenkin luonnontieteisiin, joille kokeellisuus on tunnusomaista (Hakkarainen ym. 2005, Yli-Panula 2005b). Tutkiva oppiminen tutustuttaa Yli-Panulan (2005b) mukaan oppilaat luonnontieteelliseen tutkimukseen ja biologian perimmäiseen luonteeseen. Useita biologian ilmiöitä voidaan mallintaa tai mitata, ja työn havaitseminen vaihe kerrallaan voi edistää ymmärrystä muuten hankalasta ilmiöstä (Yli-Panula 2005b). Tutkivan oppimisen tarkoitus on lisätä sisältötietoa ja ymmärrystä käsiteltävästä asiasta samalla kun prosessi kehittää myös oppilaiden ajattelun taitoja (Hakkarainen ym. 2004). Lederman ym. (2014) ovat sitä mieltä, että tutkivan oppimisen menetelmien käytöllä opetuksessa voidaan saavuttaa perinteisiin luokkahuoneisiin verrattuna

syvällisempi ymmärrys tieteen käsitteistä. Tutkivan oppimisen tarkoituksena on edesauttaa oppilaan kokonaisvaltaista oppimista eli tehostaa oppilaan ymmärryksen kehittymistä ja valmiuksia soveltaa oppimaansa (Yli-Panula 2005b). Tutkivan oppimisen käyttö lisää kognitiivisia valmiuksia ja parantaa asennetta luonnontieteitä kohtaan (Anderson 2002). Kiinnostava aihe yhdessä motivoivan työskentelytavan kanssa tehostaa tiedon oppimista (Hakkarainen ym. 2004). Tutkiva oppiminen lisää oppilaiden motivaatiota ja tekee opiskelusta kiinnostavampaa (Yli-Panula 2005b). Aktiivinen osallistuminen ja onnistuminen tutkivan oppimisen mukaisessa opetuksessa vahvistavat oppijan itseluottamusta omiin taitoihin (Yli-Panula 2005b). Hakkaraisen (2004) mukaan itsesäätelyn eli samalla metakognitiivisten taitojen kehittyminen on tutkivan oppimisen yksi parhaista puolista. Tutkivan oppimisen käyttö opettaa myös vuorovaikutus- ja yhteistyötaitoja, sekä muita yleisiä taitoja (Hakkarainen ym. 2004, Yli-Panula 2005b).

Hakkaraisen ym. (2004) sekä Yli-Panulan (2005b) mukaan tutkimuksellisuus ja kokeiden tekeminen opetuksessa ei ole ikäsidonnaista, vaan niiden toteuttaminen on mahdollista niin alakouluikäisten, yläkoululaisten kuin lukiolaistenkin kanssa, ikätaso ja osaaminen huomioiden. Uuden käytännön opetteleminen vaatii totuttelua, ja sen takia tutkivan oppimisen mallin mukaista oppimista tulisi harjoitella pitkäjänteisesti, jotta siitä tulisi mielekästä ja sujuvaa (Hakkarainen ym. 2005). Laajemmat ja avoimemmat tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät sopivat paremmin vanhemmille oppilaille (Yli-Panula 2005a). Aluksi opettajajohtoiseen opetukseen tottuneille oppilaille voi olla haastavaa olla itse aktiivinen tiedontuottaja, mutta opiskelun mielekkyys lisääntyy, kun oppilaat huomaavat oppivansa asiat aiempaa syvällisemmin (Hakkarainen ym. 2005). Hakkaraisen ym. (2005) mukaan tutkivaa oppimista voidaan kuitenkin aluksi lähestyä myös osissa, harjoittelemalla vain yhtä tai samanaikaisesti muutamaa tutkivan oppimisen mallin osa-aluetta. Oppilaat voivat esimerkiksi etsiä tietoa eri lähteistä, asettaa tutkimuskysymyksiä tai tulkita tuloksia. Tutkivaa oppimista hyödyntävä opettaja

saa perinteisiä opetusmenetelmiä paremmin tietoa oppilaidensa ajattelusta ja taidoista (Yli-Panula 2005b). On olemassa näkemyksiä, joiden mukaan tutkiva oppiminen sopisi vain parhaille oppilaille, mutta todellisuudessa oppilailla on erilaisia vahvuuksia ja tutkiva oppiminen voi nostaa jonkin lapsen taitoja ja motivaatiota, jolloin hän näyttäytyy aiempaa koettua taidokkaampana, sillä jokaisella on kyky oppia (Hakkarainen ym. 2005).

Vaikka tutkivan oppimisen avulla on havaittu saavutettavan lukuisia hyviä tuloksia, on tutkivan oppimisen käyttöä kouluopetuksessa myös kritisoitu. Ensimmäinen ongelma lähtee jo opettajankoulutuksesta, sillä opettajien valmistaminen tutkivan oppimisen käyttöön on vaikeaa (Anderson 2002). Myös tutkivan oppimisen toteuttaminen opetuksessa voidaan kokea haastavaksi (Hakkarainen ym. 2004). Tutkivalla oppimisella saavutettavat hyödyt opetuksessa ovat opettajakohtaisia, sillä opettajan käsitys tieteen opettamisesta ja oppimisesta vaikuttaa menetelmän käytön onnistumiseen (Crawford 2007). Etenkin uusilla opettajilla on heikot valmiudet kokeelliseen opettamiseen (Hodson 2014).

Tutkivan oppimisen on todettu parantavan metakognitiivisten taitojen kehittymistä, mutta samalla oppilaiden tulisi oppia myös opiskeltavan aineen sisällöt. Hodson (2014) ei epäile, etteikö tutkiva oppiminen vaikuttaisi positiivisesti oppilaiden motivaatioon ja parantaisi oppilaiden kriittistä ajattelua, mutta tutkiva oppiminen ei menetelmänä sovi kaikille aihe-alueille. Tunneille on kuitenkin tärkeää asettaa selkeät oppimistavoitteet ja valita käytettävä menetelmä tavoitteiden mukaan (Hodson 2014). Hodsonin (2014) mukaan käsitteet ja perusteorioiden ovat luonnontieteissä tärkeitä, mutta ohjaamaton oppitunti tuskin johtaa opetussuunnitelmassa mainittuihin tavoitteisiin, ja hänen mielestään on vaarana, että oppiaineen sisältötavoitteet jäävät saavuttamatta. Samalla kun opetus ei enää perustu niin vahvasti oppikirjaan, täytyy oppilaan kyetä jäsentämään keskeiset asiat itselleen. Jos oppilaalla ei ole tarvittavia valmiuksia, voi oppilasta aktivoiva opetus johtaa tällaisten oppilaiden kohdalla erilaisiin oppimisvaikeuksiin (Hakkarainen ym. 2005).

Oppilaslähtöiset työtavat, kuten tutkiva oppiminen, vaativat perinteiseen opettajajohtoiseen opetukseen verrattuna enemmän aikaa (Hakkarainen ym. 2005, Yli-Panula 2005a). Yli-Panulan (2005a) mukaan ajansäästämiseksi opettaja antaa osan tutkimuksen vaiheista valmiina oppilaille, esimerkiksi tutkimusongelman, mikä voi johtaa oppilaiden pienempään kiinnostukseen tutkimusta kohtaan. Perinteisesti etenkin lukiokursseilla sisältöä on valtavasti ja aikaa rajallisesti, mikä voi vaikuttaa työtapojen valintaan. Valitettavasti myös koulujen resurssit ovat pienet, eikä erikoisiin välineisiin tai tarvikkeisiin ole välttämättä rahaa tutkivan oppimisen mukaisen opetuksen järjestämiseksi (Jeronen 2005a). Joillakin kouluilla myös työtilat tai koulun sijainti rajoittavat työskentelyä.

3 LUKION OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET

3.1 Lukiokoulutuksen tehtävä ja opetuksen toteuttaminen

Uusi opetussuunnitelma otettiin käyttöön lukioissa syksystä 2016 alkaen, vuosikurssi kerrallaan. Jokaisen lukiokurssin sisällöt ja tavoitteet on kuvattu opetussuunnitelman perusteissa ja lukio-opetuksen on noudatettava opetussuunnitelmaa. Nykyinen opetussuunnitelma perustuu konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppilas on itse aktiivinen toimija, joka rakentaa tietoa aiempien tietojen pohjalta, vuorovaikutuksessa toisten kanssa (Opetushallitus 2015). Opetussuunnitelman perusteiden (2015) yleisten tavoitteiden mukaan lukiokoulutuksen on tarkoitus kehittää opiskelijan yleissivistystä ja kasvattaa nuoresta yhteiskunnan täysivaltainen jäsen, jolla on erilaisia tietoja ja taitoja yhteiskunnassa toimimiseen, nuori oppii lukion aikana esimerkiksi tiedonetsintä- ja vuorovaikutustaitoja, mutta myös itsetuntemusta.

Oppimisen monipuolisuuden vuoksi lukiossa käytetään erilaisia opiskelumenetelmiä. Opetussuunnitelman perusteissa (2015) todetaan, että

menetelmien avulla otetaan huomioon kunkin oppiaineen käsitteellinen ja menetelmällinen osaaminen. Tutkimuksellisuuteen perustuvat työtavat kehittävät oppilaiden ajattelutaitoja ja oppimaan oppimista (Opetushallitus 2015).

Lukion oppimäärä on vähintään 75 kurssia. Opiskelijalle on tarjolla pakollisia, syventäviä ja soveltavia kursseja. Valtakunnallisia syventäviä kursseja opiskelijan on käytävä vähintään kymmenen (Opetushallitus 2015). Pakollisia kursseja on 47 – 51, matematiikan laajuudesta riippuen. Opiskelijan on käytävä vähintään seuraavat pakolliset kurssit oppimäärien alusta: äidinkieli 6, ruotsi 5, englanti 6, matematiikka 10 (pitkä)/ 6 (lyhyt), biologia 2, maantiede 1, fysiikka 1, kemia 1, filosofia 2, psykologia 1, historia 3, yhteiskuntaoppi 3, uskonto 2, terveystieto 1, liikunta 2, musiikki 1(-2), kuvataide 1(-2) ja opinto-ohjaus 2 (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2014).

3.2 Biologia oppiaineena

Biologia kuuluu oppiaineena luonnontieteisiin yhdessä fysiikan ja kemian kanssa. Lukion biologiassa tutustutaan elollisen luonnon rakenteisiin, toimintaan ja vuorovaikutussuhteisiin mikroskooppisen pieneltä solu- ja molekyyalitasolta koko elollisen luonnon käsittävään biosfääriin. Tavoitteena biologian opetuksessa on kehittää opiskelijan luonnontieteellisen ajattelun taitoja (Opetushallitus 2015). Tieteenalan luonne tulee näkyä myös kouluopetuksessa (Yli-Panula 2005b). Luonnontieteille ominaista on havainnointiin ja kokeellisuuteen perustuvat tiedonhankintatavat, tutkimuksellisuus sekä vuorovaikutteiset ja oppilasta aktivoivat menetelmät, joiden avulla myös biologiaa lukiossa opetetaan (Opetushallitus 2015).

Lukiossa oppilaille on tarjolla kaksi kaikille pakollista biologian kurssia, lisäksi valtakunnallisia syventäviä kursseja on kolme. Kukin koulu voi tarjota opiskelijoilleen koulukohtaisia kursseja, jolloin biologian kurssien määrä voi olla suurempi. Opetussuunnitelman perusteisiin (2015) merkityt pakolliset biologian

kurssit ovat 1) Elämä ja evoluutio (BI1) ja 2) Ekologia ja ympäristö (BI2). Pakollisten kurssien lisäksi opiskelija voi valita valtakunnallisina syventävinä kursseina yhteensä kolme kurssia 3) Solu ja perinnöllisyys (BI3), 4) Ihmisen biologia (BI4) ja 5) Biologian sovellukset (BI5). Lukion biologia alkaa ensimmäisellä kurssilla: Elämä ja evoluutio (BI), jossa oppilaat tutustuvat biologiaan tieteenä, soluun, eliön elinkaareen ja evoluutioon. Toisella pakollisella kurssilla Ekologia ja ympäristö (BI2) oppilaat perehtyvät ekologiaan, ympäristöongelmiin, ympäristönsuojeluun sekä kestävään kehitykseen. Kolmannella kurssilla (Solu ja perinnöllisyys BI3) syvennyttään soluun ja periytyksen perusteisiin. Neljännellä, ihmisen biologia kurssilla (BI4) perehdyttään energiaan ja eri elimistöihin, elintoimintojen säätelyyn ja lisääntymiseen. Viimeisellä syventävällä kurssilla Biologian sovellukset (BI5) oppilaat pääsevät tarkastelemaan mikrobiologian, bioteknologian ja geeniteknologian sovelluksia ja teknologian merkitystä sekä kasvi- ja eläinjalostuksen perusteita (Opetushallitus 2015).

Jokainen biologian kurssi arvioidaan erillisellä arvosanalla. Biologian arviointi kohdistuu sekä oppilaan tietoihin että taitoihin. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota alakohtaisen tiedon lisäksi kykyyn perustella ja ajatella asioita sekä tarkastellaan oppilaan luonnontieteellisiä tutkimustaitoja (Opetushallitus 2015). Opetussuunnitelman perusteiden (2015) mukaan opiskelijan tulisi kyetä yhdistelemään asioita kokonaisuuksiksi ja soveltamaan tietoja, ymmärtää syy-seuraussuhteita sekä arvioimaan tietoa kriittisesti. Kaikilla biologian kursseilla opiskelijan täytyy voida näyttää osaamistaan kirjallisten tehtävien lisäksi erilaisissa vuorovaikutustilanteissa, kokeellisissa töissä sekä kurssin aihealueeseen kuuluvan projektityön tai tutkielman tuotoksella (Opetushallitus 2015). Eli arvioinnin tulee olla hyvin monipuolista ja sen tulee ottaa oppilaiden erilaiset ominaisuudet ja vahvuudet huomioon. Näin ollen tutkiva oppiminen on erinomainen menetelmä monipuolistaa arviointia, sillä prosessi sisältää näytteitä suullisesta osaamisesta, tiedon hankkimisesta sekä kokeellisesta työskentelystä ja

raportoinnista. Edelliseen opetussuunnitelman perusteisiin verrattuna nykyiseen opetussuunnitelman perusteisiin on kirjattu, että jokaisella kurssilla tuotetaan jokin biologian alalle tyypillinen tutkimus tai projekti. Tutkimuksen on tarkoitus tutustuttaa opiskelijat entistä paremmin luonnontieteellisen tutkimuksen teon maailmaan ja tehdä tutuksi biologian tiedon luonne. Nykyinen opetussuunnitelman perusteet siis väistämättä luonnehtii opetusta tutkivan oppimisen prosessin mukaisesti.

4 OPPIKIRJAT OPETUKSESSA

Oppikirjat ilmentävät käytössä olevaa opetussuunnitelmaa (Heinonen 2005), joten kirjat uudistetaan aina opetussuunnitelman perusteiden uudistamisen yhteydessä vastaamaan vallalla olevaa oppimiskäsitystä ja työmuotoja (Olkinuora ym. 1992). Kun uusittu opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus 2015) otettiin käyttöön lukiossa vaiheittain syksystä 2016, alkoi samalla ilmestyä myös uudistetun opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja, joita tässä tutkimuksessa tarkastellaan biologia oppiaineen osalta. Ensimmäiset uuden opetussuunnitelman mukaiset oppikirjat valmistuivat syksyksi 2016 ja kaikilla biologian kursseilla uuden opetussuunnitelman mukaiset oppikirjat olivat saatavilla keväällä 2018, kun viidennen kurssin kirja (biologian sovellukset) valmistui.

Oppikirja on selkeästi etenevä, kirjoitettu teksti, jossa on rajattu tietomäärä, ja se ei ole ajasta tai paikasta riippuvainen (Karvonen 1995). Karvosen (1995) mukaan oppikirjat ovat opetusta varten tuotettuja kirjoja, jotka voivat olla laadittuja kurssikohtaisesti tai rakenne voi olla käsikirjamainen, aihepiireittäin luokiteltu.

Oppikirjat tarkastettiin vuoteen 1990 asti kouluhallituksen toimesta, jolloin varmistettiin, että oppikirjojen sisältö vastasi noudatettavaa opetussuunnitelmaa (Heinonen 2005). Nykyisin opettajalla on vastuu valita laadukas ja oikean tasoinen

oppikirja kustantajien valikoimista (Jeronen 2005b). Sisällöt oppikirjoihin valitsee kaupallinen kustantaja ja kirjojen tekijät (Karvonen 1995, Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Oppikirjojen tekemiseen osallistuu useita henkilöitä (Karvonen 1995). Mikkilä-Erdmann ym. (1999) toteavat, että olisi tärkeää pohtia, mitkä teemat ovat luonnontieteellisen sivistyksen kannalta välttämättömiä, sillä nykyisin saatavilla on valtavasti tietoa.

Oppikirjojen uudistaminen opetussuunnitelman perusteita vastaaviksi on tärkeää, sillä oppikirja on opettajien yleisimmin opetuksessaan käyttämä oppimateriaali (Mikkilä ja Olkinuora 1995, Mikkilä-Erdmann ym. 1999, Mikkilä-Erdmann 2002). Etenkin työuran alkuvaiheessa oleville opettajille oppikirja ja kustantajan tarjoamat muut materiaalit ovat tärkeitä opetusmateriaaleja (Jeronen 2005b). Oppikirjat nähdään opetuksen laadun ja valtakunnallisen yhtäläisyyden takaajina (Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Mikkilän ja Olkinuoran (1995) mukaan paljon oppikirjoja käyttävät opettajat hyödyntävät kollegoitaan vähemmän ryhmätöitä tai kokeellisia työtapoja. Oppikirjoja on kritisoitu suuresta tietomäärästä ja laajoista sisällöistä (Olkinuora ym. 1992). Oppikirjat eivät saisi rajoittaa opettajan omaa vapautta ja pedagogista ajattelua. Samanaikaisesti myös oppilaat tulisi totuttaa kriittiseen ajatteluun ja tiedonetsintään, eikä oppikirjasta valmiina löytyviin faktoihin (Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Mikkilä-Erdmannin ym. (1999) mukaan oppilaat, joiden opetuksessa oppikirjan rooli oppimateriaalina on hyvin merkityksellinen, siirtävät vastuun oppimisestaan opettajalle.

Olkinuoran ym. (1992) mukaan oppikirjat korostavat yksittäisten faktojen muistamista ymmärtämisen sijaan ja etenkin lukiossa opiskelu perustuu usein vain asioiden muistamiselle. Myös Mikkilä-Erdmann ym. (1999) ja Mikkilä-Erdmann (2002) totesivat oppikirjojen koostuvan pääasiassa yksittäisistä faktoista. Mikkilä-Erdmannin (2002) mukaan asioita ei avata ja selitetä, eikä asioiden välisiä yhteyksiä nosteta esiin, jolloin todellista oppimista eli ymmärtämistä ei tapahdu, vaan asiat opetellaan ulkoa ja pyritään muistamaan. Lyhyitä faktoja sisältävät oppikirjat ovat usein epä johdonmukaisia ja tiiviitä, ja voidaankin nähdä, että

pidemmät ja enemmän selittävät tekstit edistävät paremmin oppilaiden tieteellisten käsitteiden oppimista (Mikkilä-Erdmann 2002). Mikkilä-Erdmannin (2002) mukaan oppikirjojen tekstit pitäisi sitoa oppilaiden aiempaan tietoon ja verrata tieteellistä näkökulmaa arkikäsitteisiin, jolloin oppilaan korkealaatuinen oppiminen ja käsitteen muutos olisi mahdollinen. Suuria vaikeuksia oppimisessa ilmenee, jos taustatiedot opittavasta asiasta ovat virheellisiä tai oppilaalla ei ole aiempaa tietopohjaa (Mikkilä-Erdmann 2002).

Olkinuoran ym. (1992) ja Mikkilän ja Olkinuora (1995) mukaan oppikirjoissa ei ole ollut yksittäisiä kirjoja lukuun ottamatta johdatusta tieteeseen tai alan tutkimukseen. Kuitenkin lukion oppikirjoissa on muista luokkatasoista poiketen johdattelua tieteelliseen ajatteluun ja oppiaineen luonteen mukaisen tiedon hankintaan (Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Oppilaat oppivat oppikirjojen tekstejä lukemalla, mutta myös oppikirjoissa olevat tehtävät ovat tärkeitä oppimisen kannalta (Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Mikkilä-Erdmannin ym. (1999) mukaan tehtävät myös ohjaavat oppilaan oppimista, sillä osassa tehtävistä vaaditaan pohtimista ja toisissa riittää vain käsitteen kopioiminen kirjan kappaleesta, jolloin oppilaat eivät turhaan tee ylimääräistä työtä ja opettele asioita syvällisesti. Biologian, maantiedon ja historian ala- ja yläkoulun työkirjojen tehtävät ovat olleet pääosin mekaanisia tiedonsiirtotehtäviä (Olkinuora ym. 1992, Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Olkinuoran ym. (1992) mukaan on tärkeämpää saavuttaa syvempi ymmärrys opittavasta asiasta siten, että oppilailla olisi kyky yhdistellä asioita ja löytää asioiden välisiä sisällöllisiä yhteyksiä, vaikka käsitteellinenkin oppiminen on tärkeää. Mikkilän ja Olkinuoran (1995) mukaan oppikirjoissa ei ole ongelmanratkaisu- ja päättelyprosessia vaativia tehtäviä. Oppikirjan tulisi auttaa oppilasta esimerkiksi biologiassa ymmärtämään oppiaineen luonne ja antaa käsitys luonnontieteellisestä ajattelusta (Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Oppikirjoja ja opetusta pyritään uudistamaan, mutta muutokset kouluissa ovat hyvin hitaita (Olkinuora ym. 1992).

Vaikka oppikirjat ovat oleellinen osa opetusta, ei biologian oppikirjoja ole kovin paljon tutkittu (Jeronen 2005b). Tyypillisesti tutkimukset käsittelevät alakoulun, mutta myös yläkoulun oppi- ja tehtäväkirjoja, poikkeuksen tekee esimerkiksi Karvonen (1995), jonka tutkimus kohdistuu lukion oppikirjoihin. Pääosin oppikirjoihin kohdistuneet tutkimukset ovat painottuneet oppikirjan testeihin tai kuviin, mutta Olkinuora ym. (1992) sekä Saranen (1998) ovat tutkineet tehtäviä biologian oppikirjoissa. Alakoulun oppikirjoista on myös uudempaa tutkimusta, sillä Alanko ja Lindberg (2010) sekä Nikkanen (2013) tutkivat alakoulun teksti- ja tehtäväkirjoja ja havaitsivat ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjoissa olevan vain vähän tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä.

5 BIOLOGIAN YLIOPPILASKOE

Ylioppilastutkinnolla testataan lukion loppuvaiheessa, onko oppilas saavuttanut opetussuunnitelmassa määritellyn osaamisen kirjoittamassaan aineessa (Lukiolaki 21.8.1998/629). Ylioppilastutkintolautakunnan (2018a) ohjeiden mukaan ylioppilastutkinto sisältää vähintään neljä koetta: kaikille pakollinen äidinkielen koe, ja muut kolme koetta valitaan seuraavista: vieraan kielen koe, matematiikan koe, reaalikoe tai toisen kotimaisen kielen koe. Lisäksi voidaan suorittaa ylimääräisiä kokeita. Kaikkien reaaliaineiden tietoa mitattiin yhdellä kokeella vuoden 2005 syksyyn asti, mutta kevästä 2006 alkaen reaaliaineet on kirjoitettu erillisinä kokeina (Ylioppilastutkintolautakunta 2018b). Biologia voidaan valita yhdeksi kirjoitettavaksi reaaliaineeksi. Ylioppilaskokeita uudistetaan tällä hetkellä, ja keväällä 2018 oli vuorossa biologian kokeen sähköistäminen eli jatkossa koe tehdään tietokoneella abitti-koejärjestelmässä (Ylioppilastutkintolautakunta 2016). Ylioppilastutkintolautakunnan (2016) mukaan tekniikka mahdollistaa täysin uudenlaisten tehtävätyyppien hyödyntämisen sekä aiempaa laajemman tiedon ja ymmärryksen testaamisen.

Sähköistyminen aiheuttaa muutoksia myös tehtävien pisteilyssä. Syksyyn 2017 asti biologian ylioppilaskokeessa oli tavallisesti 12 tehtävää. Normaalisti tehtävistä sai 0-6 pistettä, mutta jokeritehtävistä (tehtävät 11-12) sai 0-9 pistettä. Kokelaan tuli vastata kokeessa kahdeksaan tehtävään. Ylioppilastutkintolautakunnan tiedotteen (2016) mukaan keväästä 2018 alkaen kokeen maksimipistemäärä on 120. Kokeessa on kolme osaa, joista ensimmäisen sisältää yhden pakollisen tehtävän ja on laajuudeltaan 20 pistettä. Toisessa osassa on 7 tehtävää, joista valitaan 4 ja osion maksimipistemäärä on 60. Kolmannessa, soveltavimmassa osassa on 3 tehtävää, joista 2 valitaan ja osion maksimipistemäärä on 40. Ylioppilaskokeissa koeaika on vähintään 3 tuntia ja ilman lisäaikaa korkeintaan 6 tuntia.

6 BIOLOGIAN VALINTAKOE

Biologian alaa voi Suomessa yliopistotasolla opiskella yhteensä viidessä yliopistossa: Itä-Suomen, Oulun, Jyväskylän, Helsingin ja Turun yliopistossa. Yliopistot tekevät yhteistyötä opiskelijavalinnan järjestämisessä, sillä opinto-oikeutta voidaan hakea neljän yliopiston kandidaatti- ja maisteriohjelmiin yhdellä valintakokeella (Biohaku.fi 2018). Itä-Suomen yliopisto on ainoa, joka ei ole mukana biologian yhteisvalinnassa. Valintakokeen voi tehdä missä tahansa valintakoeyhteistyössä mukana olevassa yliopistossa ja hakea voi samanaikaisesti kaikkiin neljään yliopistoon, eli hakijan valintakoe huomioidaan kaikkien yliopistojen valinnoissa, joihin hän on hakenut (Biohaku.fi 2018). Oppilaitokset määrittävät kukin omat valintaperusteensa, jotka ovat nähtävillä opintopolku.fi -palvelussa. Osa opiskelupaikoista jaetaan pelkän valintakoemenestyksen perusteella, mutta pääsääntöisesti valintaan vaikuttavat myös ylioppilastodistuksesta saatavat pisteet valintakoepisteiden lisäksi.

Oulun yliopistossa luonnontieteiden kandidaatin opintoihin kuuluu biologian alan pääaineopintoja, ja lisäksi sivuaineena suoritetaan biotieteiden tai ekologian opinnot (Opintopolku.fi 2018a). Maisterivaiheessa pääaineeksi valitaan joko ekologia tai genetiikka ja fysiologia, mutta myös aineenopettajaksi voi opiskella biologia pääaineena. Jyväskylän yliopistossa opiskelija valitsee opintojensa aluksi biologian, luonnonvarat ja ympäristön tai nanotieteen koulutussuunnan (Opintopolku.fi 2018b). Maisterivaiheessa opiskelija erikoistuu ekologiaan ja evoluutiobiologiaan, solu- ja molekyylibiologiaan tai ympäristötieteisiin. Helsingin yliopistossa opiskelija valitsee kandidaattivaiheessa erikoistumisalansa viidestä vaihtoehdosta: ekologia ja evoluutiobiologia, fysiologia ja neurotiede, kasvibiologia, mikrobiologia tai perinnöllisyystiede (Opintopolku.fi 2018c). Biologian opettajaksi on erillinen haku opintojen aikana. Kandidaatin tutkinnon suorittamisen jälkeen opiskelijalla on aiemmista opinnoista riippuen suora opinto-oikeus kahdeksaan erilaiseen maisteriohjelmaan: ekologian ja evoluutiobiologian, environmental change and global sustainability, genetiikan ja molekulaaristen biotieteiden, kasvibiologian, maataloustieteiden, metsätieteiden, mikrobiologian ja mikrobibiotekniikan tai neurotieteen maisteriohjelmaan. Turun yliopistossa suoritetaan aluksi luonnontieteiden kandidaatin tutkinto, jossa opiskellaan monipuolisesti biologian alaa ja maisterivaiheessa erikoistutaan ekologiaan ja evoluutiobiologiaan, fysiologiaan ja genetiikkaan tai biologian opettajaksi (Opintopolku.fi 2018d). Turun yliopistoilla on valittavana myös muita erillisiä maisteriohjelmaa.

Biologian valintakoe järjestetään kerran vuodessa, keväällä toukokuussa. Valintakokeen tehtävät perustuvat koko lukion biologian oppimäärään eli kahteen pakolliseen ja kolmeen valtakunnalliseen syventävään kurssiin, lisäksi kokeessa voidaan jakaa ylimääräistä aineistoa (Biohaku.fi 2018). Biohaku.fi-sivuston (2018) mukaan valintakoetehtävät ovat laajoja ja niiden avulla kartoitetaan hakijan kykyä soveltaa tietoa ja yhdistellä asioita, lisäksi kokeen avulla tarkastellaan suurten kokonaisuuksien hallintaa eli yksittäisen faktatiedon osaamista kokeessa ei mitata.

Kokeessa vastausten pituus on rajattu. Koeaika on 4 tuntia. Valintakokeissa 2010–2017 on ollut vuosittain 5 tehtävää, ja keväällä 2018 4 tehtävää, joista kaikkiin on tullut vastata (Biohaku.fi 2018). Tähän mennessä valintakokeet ovat perustuneet vuonna 2003 käyttöön otettuun opetussuunnitelman perusteisiin.

7 AINEISTO JA MENETELMÄT

7.1 Tutkimuksessa analysoidut tehtävät

Tutkimukseen otettiin mukaan kahden suuren kustantajan, Sanoma Pro Oy:n ja Kustannusosakeyhtiö Otavan, lukion biologian kirjasarjat. Oppikirjat olivat uudistuneen lukion opetussuunnitelman (2015) mukaisia, joten kaikki analysoidut kirjat olivat viimeisintä painosta. Tutkimukseen otettiin analysoitavaksi lukion molemmille pakollisille kursseille tuotetut oppikirjat 1 ja 2, sekä kahdelle ensimmäiselle valtakunnalliselle syventävälle kurssille 3 ja 4 tuotetut oppikirjat. Viimeisen valtakunnallisen syventävän kurssin oppikirjoja ei analysoitu, koska aineisto todettiin riittäväksi. Tässä tutkimuksessa aineisto rajattiin käytettävissä olevien oppikirjojen tehtäväosiin eli kirjojen kappaleiden varsinaista tekstiä tai kuvia ei analysoitu. Tehtävät sijaitsivat aina jokaisen oppikirjan kappaleen lopussa. Analysoidut oppikirjat olivat molemmilta kustantajilta digikirjoja. BIOS-kirjasarjassa digikirjojen tehtäväosio on yhtenevä painettujen oppikirjojen kanssa. Koralli-kirjasarjan digikirjoissa on samat tehtävät kuin painetuissa oppikirjoissa ja lisäksi muutamia tehtäviä, joita ei painetuissa oppikirjoissa ole.

Tutkitut oppikirjat olivat:

- Sanoma Pro Oy:n:
 - BIOS 1: Elämä ja evoluutio (Happonen ym. 2017a)
 - BIOS 2: Ekologia ja ympäristö (Happonen ym. 2016)
 - BIOS 3: Solu ja perinnöllisyys (Happonen ym. 2017b)
 - BIOS 4: Ihmisen biologia (Happonen ym. 2017c).
- Kustannusosakeyhtiö Otavan:
 - Koralli 1: Elämä ja evoluutio (Idänpirtti ym. 2016a)
 - Koralli 2: Ekologia ja ympäristö (Idänpirtti ym. 2016b)
 - Koralli 3: Solu ja perinnöllisyys (Idänpirtti ym. 2017a)
 - Koralli 4: Ihmisen biologia (Idänpirtti ym. 2017b).

Oppikirjojen tehtävien lisäksi tutkittiin ylioppilaskokeiden ja yliopistojen biologian alan yhteisen valintakokeen tehtäviä. Analysoitavaksi otettiin kaikki vuosien 2010–2017 kokeet eli ylioppilaskokeista syksyn ja kevään kokeet, yhteensä 16 koetta ja biologian valintakokeet jokaiselta keväältä, yhteensä 8 koetta. Kaikki kokeet ja yksittäiset koetehtävät olivat saatavilla Internetistä. Ylioppilaskokeet ovat Ylen abitreeneit sivustolla kohdassa biologia, ja valintakokeet löytyvät biohaku.fi-sivustolta. Huomattava on, että analysoidut kokeet olivat kaikki edellisen voimassa olleen opetussuunnitelman perusteiden mukaan toteutettuja (Opetushallitus 2003).

7.2 Aineiston analysointi

Tutkimuksessa edettiin Tuomen ja Sarajärven (2018) esittämien vaiheiden mukaisesti laadullisen sisällönanalyysin keinoin. Ensimmäisessä vaiheessa päätettiin, että tutkimuksessa analysoidaan tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä. Sen jälkeen aineisto käytiin läpi sekä valittiin tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät ja lopuksi luokiteltiin aineisto. Aineiston luokittelulla tarkoitetaan tehtävien järjestämistä eri tehtävätyyppisiin tai luokkiin tehtävän ominaisuuksien

mukaisesti. Luokittelua pidetään sisällön teemojen kvantitatiivisena analyysinä (Tuomi ja Sarajärvi 2018). Aineistolle tehtiin siis sisällön erittely (Tuomi ja Sarajärvi 2018), jolloin tehtävien lukumäärä kussakin luokassa voitiin laskea. Aineiston analysoinnissa yhdistyivät aineistolähtöinen ja teorialähtöinen sisällönanalyysi (Tuomi ja Sarajärvi 2018), sillä luokittelua ohjasivat perinteinen luonnontieteellisen tutkimuksen malli ja Hakkaraisen ym. (2004, 2005) tutkivan oppimisen malli. Teoriatieto biologian luonteesta ja tutkivasta oppimisesta oli koko analyysin ajan läsnä ja jokaisen tehtävän sopivuutta näihin malleihin mietittiin yksitellen. Lisäksi luokittelussa huomioitiin ja sovellettiin Nikkasen (2013) käyttämää oppikirjojen tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien luokittelua: strukturoitu tutkimustehtävä, strukturoitu tutkimustehtävä, esitelmä, aineistopohjainen pohdinta, haastattelu, tutkimusongelmien asettaminen, toiminnallinen tehtävä ja tutkimusmenetelmien kuvaus.

Sisällönanalyysi aloitettiin pelkistämällä aineisto, jolloin tehtävät jaettiin kahteen luokkaan: tutkivan oppimisen mukaisiin tehtäviin ja tehtäviin, jotka eivät sisältäneet tutkivaa oppimista eli olivat toteavia, usein käsitteisiin liittyviä tehtäviä. Tutkivan oppimisen mukaisiin tehtäviin luokiteltiin tehtävät, joissa esiintyi jokin tutkivan oppimisen mukainen elementti eli koko tehtävän ei tarvinnut olla tutkivan oppimisen mukainen. Tutkivaksi oppimiseksi riitti, että tehtävässä tuli toimia vähintään yhtä tutkivan oppimisen elementtiä hyödyntäen tai siinä kuvattiin biologian tutkimuksellista luonnetta. Tehtävissä ei vaadittu termin tutkiva oppiminen käyttöä, eikä tehtävässä tarvinnut olla myöskään sanaa tutki.

Tässä tutkimuksessa tutkivaa oppimista tarkasteltiin biologian luonteelle ominaisen luonnontieteellisen tutkimuksen näkökulmasta eli kuinka luonnontieteellisen tutkimuksen eri osa-alueet toteutuivat oppikirjojen tehtävissä. Tutkivan oppimisen eri osa-alueet sisältyvät luonnontieteellisen tutkimuksen mallin vaiheisiin. Tutkivan oppimisen mukaista toimintaa on tutkimuksen suunnittelu, hypoteesien laatiminen, havainnointi, tutkimuksen toteuttaminen,

tiedon etsintä, tulosten esittäminen ja analysointi, arviointi ja raportointi (Yli-Panula 2005a). Tutkivan oppimisen mukaisiksi tehtäviksi luokiteltiin myös sellaiset tehtävät, joissa käsiteltiin jotakin biologian alan tutkimusmenetelmää, eli kerrottiin, kuinka biologian alan tietoa saadaan, mutta tehtävät eivät varsinaisesti vaatineet oppilaalta tutkivan oppimisen mukaista toimintaa. Tutkivan oppimisen mukaisiksi tehtäviksi luokiteltiin kaikki toimintaa sisältävät tehtävät, joissa käytetään biologian tutkimukselle ominaisia välineitä tai menetelmiä, vaikka tehtävät eivät suoraan ohjanneet pohtimaan tai dokumentoimaan tilannetta. Tehtävät, joissa vastaukset löytyivät suoraan viereiseltä sivulta, rajattiin tutkivan oppimisen mukaisien tehtävien ulkopuolelle. Osa tehtävistä sisälsi useita erillisiä tutkivan oppimisen osa-alueita. Tällaiset tehtävät on luokiteltu vain yhteen luokkaan, tyypillisesti sen mukaan, mikä ominaisuus tehtävässä korostui tai vastaavasti vaati eniten tutkivan oppimisen mukaista toimintaa.

Jotta tehtäviä voitiin vertailla ja mitata tutkivan oppimisen määrää ja kuvailla tyyppiä, täytyi tehtävien tarkastelun ja kirjallisuuden pohjalta muodostaa luokat, joista ilmeni tehtävien tutkimuksellinen luonne. Tiettyjen luokkien tehtäviin sisältyi vain jokin luonnontieteelliselle tutkimukselle ominainen vaihe, mutta myös lähes kokonainen luonnontieteellinen tutkimus jaettiin kahdeksi luokaksi: strukturoiduksi ja strukturoimattomaksi tutkimustehtäväksi, tehtävien avoimuusasteen eli ohjeistuksen määrän perusteella, soveltaen Banchin ja Bellin (2008) esittämää tutkimuksen tasoihin luokittelua. Banchin ja Bellin (2008) tasoista alimpaan voidaan katsoa kuuluvaksi myös tämän tutkimuksen luokka toiminnallinen tehtävä. Aineistoa pelkistettiin edelleen ja ryhmiteltiin, jotta analyysi eteni systemaattisesti ja samalla vähennettiin tulkinnan mielivaltaisuutta (Tuomi ja Sarajärvi 2018). Teorian ja sisällönanalyysin pohjalta oppikirjojen tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät jaettiin 10 eri luokkaan:

- 1) **Tutkimuksen suunnittelu:** Tehtävässä oppilaan tulee suunnitella tutkimus ja miettiä kuinka jotakin asiaa voisi tutkia.

2) **Hypoteesien laatiminen:** Tehtäviä, jossa oppilaalta pyydetään miettimään, miksi jokin asia on niin kuin se on. Oppilasta pyydetään esittämään näkemyksiä ja omia hypoteeseja kohteena olevasta asiasta.

3) **Tutkimusmenetelmät ja -välineet:** Tehtävissä oppilas kuvaa kirjallisesti, kuinka jokin tutkimusmenetelmä etenee, miten jotakin tutkitaan tai millä tutkitaan. Sisältää myös määrityskaavan käytön esittelyn.

4) **Strukturoitu tutkimustehtävä:** Tehtävä sisältää kokonaan tai lähes kokonaan kaikki luonnontieteelliselle tutkimukselle ominaiset vaiheet. Tehtävään on annettu selkeä ohjeistus ennalta.

5) **Strukturoimaton tutkimustehtävä:** Tehtävässä oppilas saa itse toteuttaa jonkin tutkimuksen joko ennalta määrätystä aiheesta tai hyvin vapaasti itsenäisesti. Tehtävät sisältävät kaikki tai lähes kaikki luonnontieteelliselle tutkimukselle tyypilliset vaiheet ja ohjeiden määrä on vähäinen.

6) **Toiminnallinen tehtävä:** Tehtävässä suoritetaan jokin laborointi tai muu tutkimuksellinen tehtävä, mutta muita tutkimuksen osa-alueita ei huomioida tai niiden rooli tehtävässä on pieni. Toiminta ja kokeellinen työskentely on tehtävässä pääosassa.

7) **Paperilaborointi:** Tehtävät ovat risteytystehtäviä, jossa oppilas ratkoo risteytyskaavioiden avulla periyymistä ja ominaisuuksien ilmentymistä.

8) **Tulosten analysointi/raportointi:** Tehtävät keskittyvät tuloksiin. Tulokset voidaan esittää eli niistä voidaan muodostaa esimerkiksi kuvaaja tai tehtävässä tulee analysoida, mitä kuvaajassa on esitetty tai esimerkiksi pohtia, miksi kuvaajan arvot vaihtelevat.

9) **Aineistotehtävä:** Tehtävässä etsitään tehtävän tekstistä vastauksia kysymyksiin eli harjoitellaan sisällön ymmärtämistä. Tehtävät käsittelevät luonnontieteellisen tutkimuksen rakennetta ja tuloksia.

10) **Tiedon etsintä/esitelmä:** Tehtävässä oppilaan tulee etsiä tietoa muista tietolähteistä oppikirjan ulkopuolelta. Tiedon tulee olla laajempi kuin esimerkiksi yksi sana. Tehtävässä voidaan vaatia esimerkiksi posterin tekemistä.

Tehtävien määrää ja tyyppiä tarkasteltiin kustantajittain ja kursseittain. Tutkivan oppimisen määrää analysoitiin tarkemmin myös kurssien sisällä. Jokainen oppikirja jaettiin biologian osa-alueisiin ja tarkasteltiin, kuinka paljon tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä kullakin osa-alueella yhden oppikirjan sisällä on. Biologian osa-alueita ja niiden tehtävämääriä koskevassa tarkastelussa jätettiin huomioimatta yksittäisiä johdanto-kappaleita kirjan alusta tai tulevaisuutta käsitteleviä kappaleita kirjan lopusta, koska ne koettiin erillisiksi. Muissa osissa tutkimusta kyseisten kappaleiden tehtävät on huomioitu. Kirjat jaettiin seuraaviin osa-alueisiin: ensimmäinen kurssi jaettiin elämään ja evoluutioon, toinen kurssi ekologian perusteisiin, häiriöihin ja luonnonsuojeluun, kolmas soluihin ja periytymiseen ja neljäs eli ihmisen biologiaa käsittelevä kurssi pidettiin yhtenä kokonaisuutena.

Ylioppilas- ja valintakokeissa käytettiin yhteistä, mutta oppikirjoista poikkeavaa luokittelua. Koetehtävät luokiteltiin teoretiedon ja aineiston tarkastelun perusteella neljään luokkaan:

1) **Tulosten analysointi:** Tehtävissä oppilaan tulee tulkita valmiita tuloksia tai piirtää tuloksista kuvaaja.

2) **Tutkimusmenetelmät:** Tehtävissä oppilaan tulee kuvata jotakin biologialle ominaista tutkimusmenetelmää ja sen käyttöä tai kuvata, miten jotakin asiaa voidaan tutkia.

3) **Paperilaborointi:** Tehtävät ovat risteytystehtäviä, joissa oppilas tyypillisesti risteytyskaavion avulla analysoi ja tutkii vaadittua ominaisuuden periytymistä ja esiintymistä.

4) **Tutkimuksen suunnittelu:** Tehtäviä, joissa oppilas suunnittelee, miten jotakin asiaa kannattaisi tutkia ja mitä tutkimuksessa tulisi ottaa huomioon. Sisältää tutkimuksen vaiheiden tuntemisen.

Kaikkien neljän kurssin jokaisen kirjan kappaleen tehtävät taulukoitiin erikseen molemmilta kustantajilta. Tehtävät käytiin läpi yksi kerrallaan ja luokiteltiin joko tutkivan oppimisen mukaisiksi tai ei tutkivan oppimisen mukaisiksi. Samalla tavalla merkittiin myös ylioppilas- ja valintakoetehtävät. Seuraavassa vaiheessa kaikki tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät käytiin läpi uudelleen ja luokiteltiin tarkemmin tutkivan oppimisen tehtävätyyppeihin (oppikirjoissa 1-10 ja kokeissa 1-4). Tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien lukumäärää verrattiin kunkin oppikirjan ja ylioppilas- ja yliopiston valintakokeiden tehtävien kokonaismäärään. Oppikirjat jaettiin biologian osa-alueisiin ja verrattiin tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien suhteellista osuutta kunkin biologian osa-alueen tehtävien kokonaismäärään. Lisäksi tutkivan oppimisen jakautumista erityyppisiin tehtäviin tutkittiin taulukoimalla tehtävätyypit kurseittain ja kirjasarjoittain. Koetehtävien tehtävätyypit koottiin erikseen ylioppilaskokeiden tehtäviin ja valintakoetehtäviin. Kunkin tehtävätyypin prosenttiosuudet tutkivan oppimisen mukaisista tehtävistä laskettiin. Kaikki tehtävät käytiin useampaan kertaan läpi, jolloin varmistuttiin luokittelun oikeellisuudesta koko tutkimuksen ajan.

7.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta kuvataan validiteetin eli tutkimusmenetelmän soveltuvuutena ilmiön selittämiseen sekä reliabiliteetin eli tutkimuksen toistettavuuden avulla (Hirsjärvi ym. 2007, Tuomi ja Sarajärvi 2018). Tutkimuksen vaiheita on pyritty kuvaamaan menetelmä-osiossa mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimuksen toistaminen olisi myöhemmin mahdollista. Tutkimusprosessin julkisuus lisää tutkimuksen luotettavuutta (Hirsjärvi ym. 2007, Tuomi ja Sarajärvi 2018).

Laadullisessa tutkimuksessa tutkijan rooli tutkimuksen onnistumisen kannalta on hyvin merkityksellinen (Hirsjärvi ym. 2007). Tuomen ja Sarajärven (2018) mukaan tutkijan tulkinnat ovat läsnä niin aineiston luokitteluvaiheessa kuin tulosten tulkinnassakin. Laadullisessa analyysissä tutkijan tulkinnat vaikuttavat luokitteluun, minkä vuoksi aineistoon perehdyttiin aluksi hyvin ja lopullinen analysointi toteutettiin lyhyellä aikavälillä, kurssi kerrallaan, jolloin tulkintoihin ei vaikuttaisi niin suuresti esimerkiksi lisääntyvä tietomäärä. Aineistoa tarkasteltiin ja siihen perehdyttiin keväällä 2018, jolloin aineisto jaettiin karkeasti tutkivaan ja ei tutkivaan oppimiseen, mutta varsinainen luokittelu toteutettiin 14.-27.5.2018 välisenä aikana. Kaikki tutkimuksessa käytetyt materiaalit olivat samanaikaisesti saatavilla. Laadullisessa tutkimuksessa tutkijalle tulee antaa aikaa aineiston käsittelyyn luotettavuuden parantamiseksi (Tuomi ja Sarajärvi 2018).

Aineistoa analysoi ainoastaan yksi henkilö, jolloin henkilöiden välisiä tulkintaeroja ei voinut syntyä. Toisaalta kahden tutkijan samanlaiset tulkinnat olisivat vahvistaneet tutkimuksen tuloksia (Tuomi ja Sarajärvi 2018). Kuitenkin aineisto tutkittiin useampaan kertaan, ja tehtävien luokittelussa päädyttiin samaan lopputulokseen, jolloin Hirsjärven ym. (2007) mukaan voidaan todeta korkea reliabiliteetti. Kokonaisuudessaan aineisto on pyritty analysoimaan mahdollisimman hyvin siten, että eri osa-alueet olisivat vertailukelpoisia.

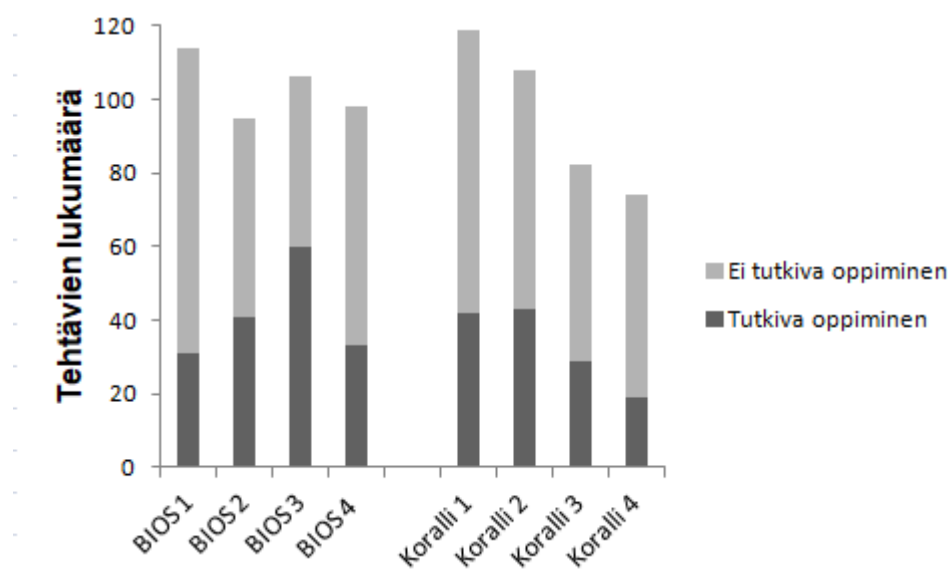
8 TULOKSET

8.1 Oppikirjojen tehtävämäärät

Oppikirjoissa tehtävät olivat aina käsiteltävän kappaleen lopussa. Kirjan jokaisen kappaleen tehtävät huomioiden BIOS-kirjasarjassa oli yhteensä 413 tehtävää, joista 165 luokiteltiin tutkivan oppimisen mukaisiksi tehtäviksi. Vastaavasti Korallikirjoissa oli yhteensä 383 tehtävää ja niistä 133 luokiteltiin tutkivan oppimisen

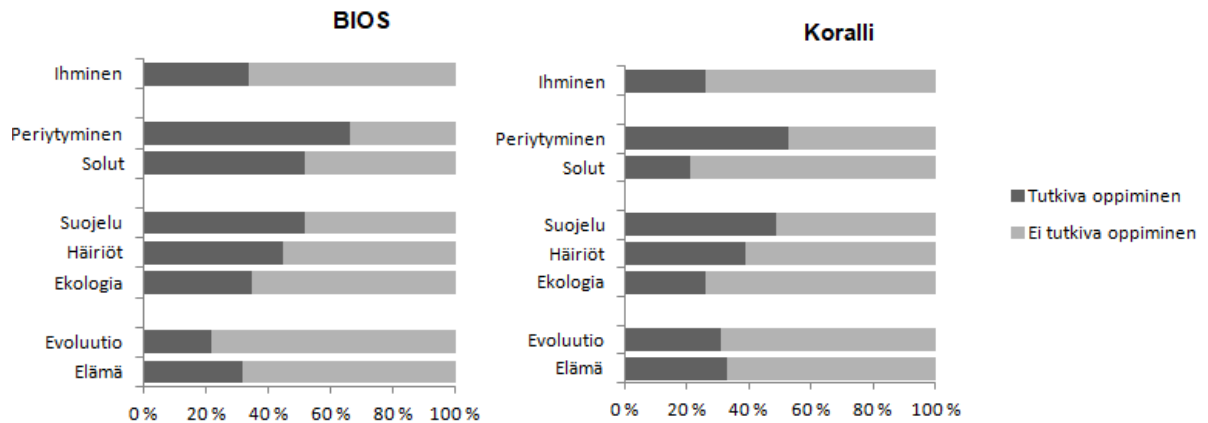
mukaisiksi. Tehtävien määrät vaihtelivat kurseittain, mutta myös kirjasarjoittain (Kuva 2). Lukumäärällisesti suurin kokonaistehtävämäärä oli Koralli 1-kirjassa, jossa oli 119 tehtävää, vastaavasti vähiten tehtäviä oli Koralli 4-kirjassa, 74 tehtävää. Eniten tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oli BIOS 3-kirjassa, 60 tehtävää ja määrällisesti vähiten Koralli 4-kirjassa, 19 tehtävää. Tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät sijoittuivat yleensä tehtäväsarjan loppupuolelle, sillä tavallisesti ensimmäiset tehtävät liittyivät jotenkin käsitteenmäärittelyyn. Oppikirjoissa oli hyödynnetty myös vanhoja ylioppilaskoetehtäviä.

Kirjasarjojen tekstikappaleiden määrissä oli eroja kirjasarjojen välillä, sillä asiasisältöjä oli yhdistelty eri tavoin. Myös eri kurssien kappalemäärät erosivat toisistaan. Erot voivat vaikuttaa kokonaistehtävämääriin, mutta myös tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien määrään sekä myöhemmin tarkasteltaviin tutkivan oppimisen tehtävyytyyppeihin. BIOS-kirjasarjassa ensimmäisessä kurssissa oli 13, toisessa 14, kolmannessa 14 ja neljännessä 13 kappaletta ja vastaavasti Korallissa ensimmäisessä kurssissa oli 17, toisessa 17, kolmannessa 15 ja neljännessä 14 kappaletta.



Kuva 2. Tehtävien kokonaismäärät ja tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien määrä kurseittain ja kirjasarjoittain.

Tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien suhteellinen osuus kaikista tehtävistä oli molemmat kirjasarjat huomioiden Ekologiaa käsittelevällä 2. kurssilla (41 %) ja Soluja ja perinnöllisyyttä käsittelevällä 3. kurssilla (47 %) suurempi kuin Evoluutiota ja elämää käsittelevällä 1. kurssilla (31 %) ja Ihmisbiologian kurssilla (30 %). Kirjasarjojen välillä suurin suhteellinen ero oli kolmannen kurssin kirjoissa (BIOS 57 %, Koralli 35 %).



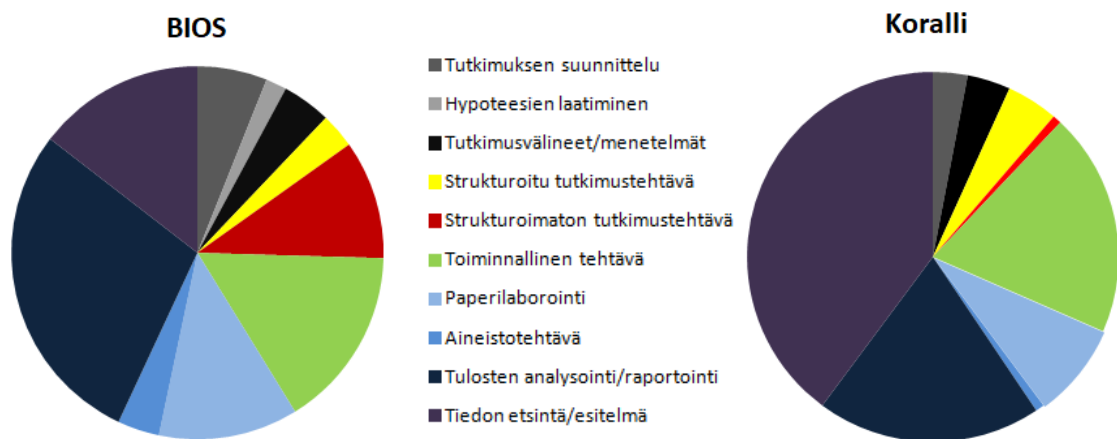
Kuva 3. Tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien osuus kurssien eri aihealueilla.

Tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien osuus eri biologian aihealueiden välillä vaihteli (Kuva 3). Kurssilla 1 elämää käsittelevässä osassa oli enemmän tutkimuksellisia tehtäviä kuin evoluutio-aihepiirissä. Toisella kurssilla alkupuolelle sijoittuvassa ekologia-osuudessa tutkivan oppimisen osuus oli vähäisin ja kasvoi kurssin loppua kohden häiriöitä ja suojelua käsiteltäessä. Kolmannella kurssilla perinnöllisyyttä käsittelevässä osassa tutkivan oppimisen osuus oli kaikkia muita aihealueita suurempi. BIOS-kirjasarjassa solut-osassa tutkivan oppimisen osuus oli toiseksi korkein ja yhtä suuri kuin edellisen kurssin suojelua käsitellessä osassa, mutta Korallissa solu-aihepiirin tehtävissä tutkivan oppimisen osuus oli kaikki aihepiirit ja molemmat kirjasarjat huomioiden vähäisin. Ihmisen biologian tutkivan oppimisen määrä suhteessa muiden kurssien tutkivan oppimisen määrään oli alhainen.

Ensimmäisen kurssin ensimmäiset kappaleet käsittelivät biologista tutkimusta ja opastivat tutkimuksen tekemiseen. Kyseisten kappaleiden lisäksi Korallikirjasarjan 1. ja 2. kirjan matkalla tulevaisuuteen sekä molempien kirjasarjojen 3. kurssin viimeiset kappaleet, jotka käsittelivät tulevaa tai esittelivät geenitietoa, rajattiin oheisen luokittelun ulkopuolelle. Näiden kappaleiden ei koettu kuuluvan yhtenevästi mihinkään luokkaan.

8.2 Tutkiva oppiminen oppikirjojen tehtävissä

Oppikirjoissa oli monentyyppisiä tehtäviä, jotka voitiin luokitella tutkivan oppimisen osa-alueiden mukaisiksi (Kuva 4). Tehtävätyypeissä oli eroa kirjasarjojen lisäksi myös kurssien välillä (Taulukko 1).



Kuva 4. Tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät luokiteltuna tehtävätyypin mukaan kirjasarjoittain. BIOS-kirjasarjassa oli yhteensä 165 ja Korallissa 133 tutkivan oppimisen mukaista tehtävää.

Taulukko 1. Tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien lukumäärä luokiteltuna tehtävätyypin mukaan kirjasarjoittain ja kursseittain.

Tehtävätyyppi	BIOS Kurssi				Koralli Kurssi			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Tutkimuksen suunnittelu	3	3	4		1	1	2	
Hypoteesien laatiminen	1	1		1				
Tutkimusvälineet/menetelmät	6	1			4		1	
Strukturoitu tutkimustehtävä		1	2	2	3	3		
Strukturoimaton tutkimustehtävä	1	5	4	7	1			
Toiminnallinen tehtävä	9	3	12	2	9	6	4	7
Aineistotehtävä	5	1			1			
Paperilaborointi			20				11	
Tulosten analysointi/raportointi	3	13	17	14	10	6	6	4
Tiedon etsintä/esitelmä	3	13	1	7	13	27	5	8

Tehtävissä hyödynnettiin harvoin koko tutkivan oppimisen prosessia alusta loppuun. Tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oppikirjoissa oli kaiken kaikkiaan 298, joista 29 eli noin 10 prosenttia käsitti koko prosessin tai ainakin melkein kaikki vaiheet. Tällaisia tehtäviä olivat strukturoituiksi ja strukturoimattomiksi määritellyt tutkimustehtävät. Esimerkiksi strukturoimattomaksi tutkimustehtäväksi luokiteltiin seuraavat tehtävät: *"Muovijätteen määrä kotitalouksissa. Suunnittele ja toteuta tutkimus, jonka avulla selvität, kuinka paljon perheesi tuottaa muovijätettä viikossa, mistä jäte on peräisin ja mihin jäte joutuu lopuksi. Laadi tutkimuksestasi raportti, juliste tai video."* (BIOS 2: kpl 10: t. 5) ja *"Hengitystiheyteen vaikuttavien tekijöiden tutkiminen. Suunnittele ja toteuta tutkimus, jossa selvität hengitystiheyteen vaikuttavia tekijöitä. Dokumentoi tutkimuksesi."* (BIOS 4: kpl 5: t. 7). Strukturoituiksi tutkimustehtäviksi luokiteltiin esimerkiksi seuraavat tehtävät: *"Tee kaupunkiluonnon kasvillisuuskartoitus. Valitse haluamasi kaupunkialue. Mieti, mitkä tekijät vaikuttavat jonkin kartoittamasi lajin menestykseen juuri kaupunkiluonnonssa. Entäpä, mitkä ovat lajin kannalta häiriötekijöitä?"* (Koralli 2: kpl 4: t. 1) ja *"Fotosynteesin tutkiminen. Tutki vesikasvin fotosynteesiä. Laadi ennen työn*

aloittamista hypoteesi. Tarvikkeet ja työn suoritusohjeet kerrottu vaihe vaiheelta. Selitä kokeen tulokset." (BIOS 3: kpl 2: t. 8). Oppikirjojen kokonaistehtävämäärästä eli 798 tehtävästä näiden tehtävätyyppien osuus oli alle 4 prosenttia.

Käytännön tutkimustoiminta toteutui kolmessa kategoriassa: toiminnallinen tehtävä/laborointi, strukturoitu tutkimustehtävä ja strukturoimaton tutkimustehtävä. Näiden kolmen tehtävätyypin osuus tutkivan oppimisen mukaisista tehtävistä oli noin neljännes. Noin puolessa kokeellisista tehtävistä ei siis vaadittu syvällisempää pohdintaa, raportointia tai muuta tutkimukseen liittyvää toimintaa tai muun toiminnan osuus oli hyvin pieni käytännön suorittamisen ohella. Toiminnallinen tehtävä/laborointi -luokkaan sijoitettiin esimerkiksi seuraavat tehtävät: *"Fotosynteesin osoittaminen. Tarvikkeet annettu. Työn suoritusohje kerrottu. Valaise kasveja valonlähteellä ja seuraa, mitä tapahtuu."* (BIOS 1: kpl 4: t. 5) ja *"Mitoosin vaiheet sipulin juurisoluisissa. Tarvikkeet on annettu. Työn suoritusvaiheet on kerrottu vaihe kerrallaan. Tarkastele näytettä. Etsi näytteestä eri solunjakautumisen vaiheissa olevia soluja. Piirrä tai valokuva löydökseksi."* (BIOS 3: kpl 8: t. 5) sekä *"Ryhmätehtävä. Istu rauhallisesti ja etsi suoni (ranteesta tai kaulalta). Mittaa syke, opettaja antaa ajan. Tee opettajan ohjeistama liikunnallinen harjoite (voitte vaikka kävellä koulun ympäri). Mittaa syke välittömästi liikkumisen jälkeen. Miksi sykkeesi nousi? (Koralli 4: kpl 6: t. 2).*

Vastaavasti noin puolet tutkivan oppimisen mukaisista tehtävistä oli joko tulosten analysointiin ja raportointiin tai kirjalliseen tiedon etsimiseen liittyviä. Tulosten analysointiin/raportointiin luokiteltiin seuraavat tehtävät: *"Seinäsammalen (Pleurozium schreberi) pinnalla elävät Nostoc- ja Nodularia-sukuiset syanobakteerit sitovat ilmakehän typpeä. Eräissä tutkimuksissa selvitettiin seinäsammalen pinnalla tapahtuvaa typensidontaa pohjoisella havumetsävyöhykkeellä. Luvut taulukoituna. a. Piirrä kuvaaja käyttäen oheisen taulukon tietoja. b. Miten syanobakteerien typensidonta muuttuu metsän vanhetessa? c. Pohdi syitä typensidonnan muuttumiseen. d. Sadeveden mukana tulee typpilaskeumaa, jonka suuruus on Pohjois-Suomessa noin 1,5 kg/ha. Vertaa syanobakteerien typensidonnan määrää laskeuman typpimäärään. e. Ylimääräinen typpi*

(lannoitteista tai sadevedestä) muuttaa sammalten pinnalla elävien syanobakteerien typensidonnan aktiivisuutta. Päättele, väheneekö vai lisääntykö typensidonta." (Koralli 1: kpl 25: t. 6) sekä "Bakteeripopulaation kasvu. Luvut taulukoituna. Oheiset luvut kuvaavat bakteerien määrän kasvua petrimaljalla eräässä laboratorioskokeessa. Piirrä lukujen perusteella diagrammi. Käytä diagrammissa arvoja, joissa yksi kuvan pystyakselin ruutu vastaa kahta miljardia bakteeria ja yksi vaakakselin ruutu yhtä tuntia. a. Miten bakteeri lisääntyy? Mitä vaiheita voit erottaa kuvaajasta? b. Miksi bakteeripopulaatio ei juuri kasva 12 tunnin jälkeen? c. Mitä tapahtuu noin 40 tunnin kuluttua ja miksi?" (BIOS 2: kpl 3: t.4).

Kirjallisen tiedon etsintään liittyvät tehtävät olivat seuraavanlaisia: "Luonnonsuojelualueeseen perehtyminen. Perehdy johonkin lähialueellasi sijaitsevaan luonnonsuojelualueeseen. Alue voi olla kansallispuisto, luonnonpuisto, harju tai lintujärvi. Selvitä siitä seuraavia asioita: a. Mikä on suojelualan koko? b. Mikä on suojelualan sijainti? c. Miksi alue on suojeltu? d. Toteutuvatko suojelualueella seuraavat periaatteet: oikea muoto, riittävä koko, ekologiset käytävät, ihmisen toiminnan rajoittaminen?" (BIOS 2: kpl 13: t. 6) ja "Ota selvää Suomen rokote-kattavuudesta. Mitä havaitset? Mitä kattavilla rokotuksilla saavutetaan." (Koralli 4: kpl 11: t. 3).

Tutkimuksen suunnitteluun liittyviä tehtäviä oli kaikissa oppikirjoissa yhteensä vain 14 tehtävää. Esimerkiksi seuraavat tehtävät luokiteltiin tutkimuksen suunnitteluun liittyviksi tehtäviksi: "Tasalämpöisen ja vaihtolämpöisen eläimen soluhengityksen tehokkuus. Suunnittele tutkimus, jossa vertailet tasalämpöisen ja vaihtolämpöisen eläimen soluhengityksen tehokkuutta ympäristön eri lämpötiloissa" (BIOS 3: kpl 3: t. 7) sekä "Suunnittele oma ympäristöongelmiin liittyvä tutkimus. Voit käyttää apunasi kirjassa olevaa Tuumasta toimeen -tutkimuksen ohjetta." (Koralli 2: kpl 14: t. 6). Hypoteesien laatimiseen kehoitettiin puolestaan vain kolmessa tehtävässä. Hypoteesien laatimiseksi luokiteltiin esimerkiksi seuraava tehtävä: "Tutkimus kuraren vaikutuksesta hermoimpulssin kulkuun. Koe selitetty tehtävässä ja koeasetelmasta on kuva. a. Miten tämä koe osoittaa, että kuraren vaikutus kohdistuu synapsiin? b. Etsi hypoteeseja kuraren vaikutusmekanismeista synapsissa." (BIOS 4: kpl 2: t. 6).

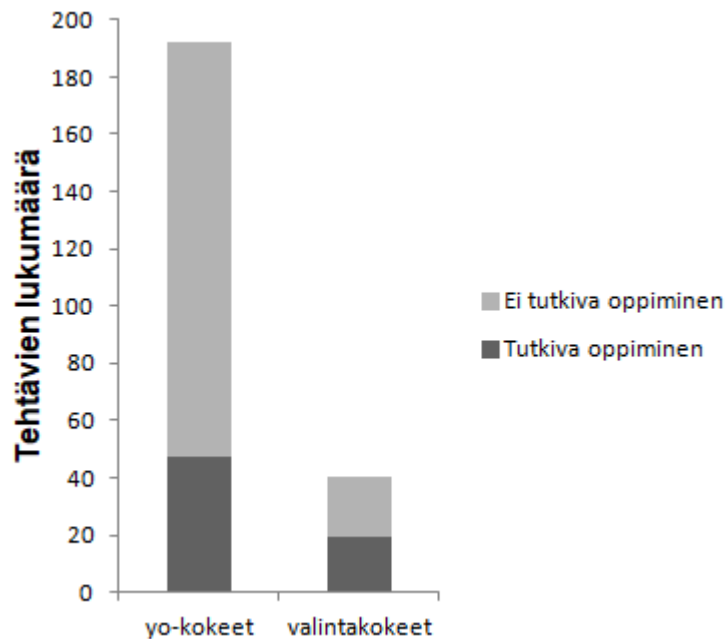
Paperilaborointeja eli perinnöllisyyteen liittyviä risteystehtäviä esiintyi vain kurssilla kolme. Tällaisia tehtäviä oli yhteensä 31. Paperilaboroinneiksi luokiteltiin esimerkiksi seuraavat tehtävät: *"Geno- ja fenotyypit. Mitkä on vanhempien geno- ja fenotyypit, jos heille syntyy punavihersokea tyttö? Perustelee vastauksesi risteytyskaavion avulla."* (BIOS 3: kpl 12: t. 2) ja *"Jos risteytetään tietyn geenin suhteen heterotsygootti ja resessiivinen homotsygootti, millaisessa lukusuhteessa syntyy resessiivisiä homotsygootteja, dominoivia homotsygootteja ja heterotsygootteja jälkeläisiä? Laadi vastauksessasi taulukko."* (Koralli 3: kpl 11: t. 2).

Aineistotehtäviä, joissa tehtävässä esiintyvistä tekstistä tuli havaita tutkimukseen liittyvää tietoa oli yhteensä vain 7, joista vain yksi Koralli-kirjasarjan kirjassa. Kaikki tämän tehtävätyypin tehtävät olivat pakollisten kurssien kirjoissa. Aineistotehtäväksi luokiteltiin esimerkiksi seuraava tehtävä: *"Perhostoukkien varoitusvärin evoluutio. Vastaa kysymyksiin viereisen tekstin perusteella. a. Mihin ongelmaan jyväskyläläiset tutkijat etsivät vastausta? b. Miksi he eivät käyttäneet tutkimuksen pahanmakuisissa olkitikuissa jotakin luonnossa esiintyvää varoitusväriä tai -symbolia, kuten musta-keltaista väriyhdistelmää? c. Miksi tutkijat laittoivat olkitikkuja sekä yksittäin että ryhmiin? d. Mihin johtopäätökseen tutkijat tulivat ensimmäisen kokeen jälkeen? e. Miksi tutkijat tekivät vielä toisen kokeen, jossa kaikki saaliit olivat hyönmakuisia mantelilastuja? f. Mihin johtopäätökseen tutkijat tulivat toisen kokeen perusteella?"* (BIOS 1: kpl 1: t. 5).

8.3 Tutkiva oppiminen ylioppilas- ja valintakokeissa

Tutkivaa oppimisen elementtejä oli myös lukion päättävässä ylioppilaskokeiden sekä yliopiston biologian alan valintakokeiden tehtävissä (Kuva 5). Ylioppilaskokeissa oli ollut 192 tehtävää, joista 47 tehtävää, eli 24 % tehtävistä, sisälsi tutkivan oppimisen piirteitä. Vastaavasti valintakoetehtäviä oli 40, joista melkein puolet, eli 19 tehtävää sisälsi tutkivan oppimisen elementin. Ylioppilaskokeiden ensimmäisessä tehtävässä ei ollut kertaakaan viittausta

tutkivaan oppimiseen. Tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät painottuivat viimeisiin tehtäviin.



Kuva 5. Vuosien 2010–2017 kaikkien biologian ylioppilaskokeiden ja valintakokeiden kokonaistehtävämäärä. Tehtävät on luokiteltu tutkivan oppimisen mukaisiin tehtäviin ja tehtäviin, jotka eivät sisällä tutkivaa oppimista.

Koetilanteesta johtuen kokonaisen tutkivan oppimisen prosessin toteuttaminen oli mahdotonta, mutta yksittäisiä tutkivan oppimisen osa-alueita voitiin kokeissa hyödyntää. Koetehtävissä tutkivan oppimisen mukaisia tehtävätyyppejä oli vähemmän kuin oppikirjoissa tunneilla tehtäviksi tarkoitetuissa tehtävissä (Taulukko 1, Taulukko 2). Ylioppilaskokeiden tehtävissä tuli yleisimmin selittää jonkin biologian osa-alueen menetelmän perusteita tai tulkita erilaisia kuvaajia ja taulukoita. Valintakokeissa analysoitiin useimmiten kuvaajia ja taulukoita ja selitettiin tuloksia sekä pohdittiin, mistä tulokset johtuvat. Molemmissa kokeissa oli usein myös paperilaborointeja eli erilaisia risteytystehtäviä, joissa vaadittiin risteytysten hallintaa risteytyskaavion avulla.

Taulukko 2. Tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien lukumäärät tehtävätyypeittäin ylioppilas- ja valintakokeissa.

Tehtävätyyppi	Ylioppilaskoe	Valintakoe
Tutkimuksen suunnittelu	4	
Tulosten analysointi	15	14
Paperilaborointi	9	4
Tutkimusmenetelmät	19	1

Tutkimusmenetelmien hallintaa osoittavaksi tehtäväksi luokiteltiin esimerkiksi seuraava tehtävä: *"Entsyymien biotekninen hyödyntäminen."* (Ylioppilaskoe S2012: t. 9). Tutkimuksen suunnittelua tai tutkimuksen rakenteen ymmärtämistä edellytettiin seuraavissa tehtävissä: *"Suunnittele yksinkertainen koe, jolla osoitat jonkin fotosynteesiin liittyvän tekijän ja tutkit tuon tekijän vaikutusta. Mitä tarvitset koejärjestelyyn? Voit havainnollistaa koetta kuvin."* (Ylioppilaskoe S2010: t. 3: b-kohta 4 pistettä) ja *"a. Mitkä vaiheet sisältyvät biologiseen tutkimukseen? b. Esitä esimerkki biologisesta tutkimuksesta, jossa nämä vaiheet toteutuvat."* (Ylioppilaskoe S2014: t. 8).

Tulosten analysointi tehtävätyyppejä oli ylioppilas- ja valintakoetehtävissä eniten, yhteensä 29 tehtävää. Ylioppilaskokeissa tulosten analysointia vaativa tehtävä oli esimerkiksi: *"Kokeessa tutkittiin typpi- ja fosforilannoituksen vaikutusta vehnän ja valkoapilan kasvuun. Ruukkuihin lisättiin joko typpeä (+N), fosforia (+P), typpeä ja fosforia (+N ja P) tai ei kumpaakaan ravinnetta (kontrolli). Kasvuolosuhteet olivat muutoin samanlaiset. Oheisissa diagrammeissa esitetään kasvunopeus (mg/viikko) eri käsittelyissä. Selosta lajikohtaisesti, mitkä ovat kokeen keskeiset tulokset. Mikä selittää lajien väliset erot? Tehtävän yhteydessä kuva diagrammeista"* (K2014: t. 7) ja valintakokeissa: *"Mustuvapaju (Salix myrsinifolia L.) on kaksikotinen kasvi, jolloin luonnossa kasvaa sekä hede- että emikasveja. Ilmastonmuutuskokeessa kasvatettiin kolmesta emikasvista (A, B, C) ja kolmesta hedekasvista (D, E, F) mikrolisättyjä mustuvapajuja koekentällä, jossa ultraviolettisäteilyn (UV-B) määrää pystyttiin lisäämään. Kokeessa kasvatettiin pajuja kahden kasvukauden ajan lisätyssä UV-B:ssä*

(UV-B:n lisäys) ja vallitsevassa UV-B:ssä (normaali auringon UV-B, Kontrolli). UV-B:n määrä oli koko ajan 30% suurempi kuin auringon UV-B säteilyn taso maanpinnalla. Taulukossa on kuvattu tulokset, joista ilmenee kasvien vasteet: kokonaisbiomassa (sisältää lehtien, oksien ja rungon massan), lehden paksuus, lehden pinta-ala ja kukintonorkkojen määrä. 1) Miten lisätty UV-B vaikutti mitattuihin vastemuuttujiin? (8 p) 2) Millaisia eroja voidaan havaita sukupuolten välillä? (12 p) 3) Mitä voit kertoa genotyypisistä (alkuperä)vaihtelusta koeaineistossa? (8 p). 4) Mitä arvioisit kokeen perusteella tapahtuvan tulevaisuudessa mustuvapajulle (olettaen UV-B:n nousevan)? (16 p). Luvut taulukoituna olosuhteista kontrolli ja UV-B:n lisäys ." (2012: t. 5).

Neljäs koetehtävissä esiintynyt tehtävätyyppi oli paperilaboroinnit eli risteytystehtävät. Paperilaboroinniksi luokiteltiin esimerkiksi seuraava tehtävä: "Naudalla sarvettomuus (nupous) on vallitseva ja sarvellisuus väistyvä ominaisuus. Sarveton sonni risteytettiin kolmen lehmän (A–C) kanssa. Sarvettomalle lehmälle A syntyi nupo lehmävasikka. Voidaanko tämän perusteella päätellä sonnin genotyyppi? Perustele. Sama sonni risteytettiin sarvellisen lehmän B ja sarvettoman lehmän C kanssa. Molemmat saivat sarvellisen sonnivasikan. Perustele, voidaanko näiden jälkeläisten perusteella päätellä sonnin genotyyppi. Onko nupous sukupuoleen sitoutunut ominaisuus?" (Ylioppilaskoe S2012: t. 7).

9 TULOSTEN TARKASTELU

9.1 Tutkivan oppimisen määrä oppikirjojen tehtävissä

Tutkituissa lukion biologian oppikirjoissa vähintään neljännes tehtävistä oli tutkivan oppimisen mukaisia. Lukumäärällisesti (60 tehtävää) ja suhteellisesti eniten tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oli soluja ja perinnöllisyyttä käsittelevän kurssin 3 BIOS-kirjasarjan kirjassa, sillä kirjan kaikki tehtävät huomioiden 57 % tehtävistä oli tutkivan oppimisen mukaisia. Saadut tulokset poikkeavat selvästi aiemmista tuloksista, joissa on havaittu, etteivät

oppimateriaalit sisällä juurikaan tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä (Alanko ja Lindberg 2010, Nikkanen 2013). Aiemmat tutkimukset ovat tosin käsitelleet alakoulun oppikirjoja, joten luokkatason erot voivat selittää eroa tehtävämäärissä, sillä Yli-Panulan (2005a) mukaan tutkivan oppimisen hyödyntäminen alakoulun opetuksessa on ollut vähäistä. Myös se, miten tutkiva oppiminen on missäkin yhteydessä määritelty voi vaikuttaa tuloksiin, sillä määrittely voidaan tehdä monin eri tavoin (Yli-Panula 2005b).

Aiemmin tehtävien on todettu olleen pääosin tiedonsiirtoa vaativia tehtäviä, joissa tietoa on mekaanisesti siirretty oppikirjan viereiseltä sivulta tehtävän vastaukseksi, eivätkä tehtävät ole aktivoineet opiskelijaa toimimaan tai ajattelemaan (Olkinuora ym. 1992, Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Toisaalta täytyy huomioida, että nyt tutkittiin uusimman opetussuunnitelman perusteiden pohjalta laadittuja oppikirjoja, eikä vastaavan opetussuunnitelman materiaaleja ole vielä tutkittu tutkivan oppimisen näkökulmasta, sillä aiemmat tutkimukset ovat käsitelleet edellisen opetussuunnitelman perusteiden mukaisten oppikirjojen tehtäviä. Esimerkiksi lukioita koskevassa vuoden 2003 opetussuunnitelman perusteissa tutkiva oppiminen on mainittuna, mutta tutkimuksellisuus on selvästi pienemmässä osassa kuin uusimmassa opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2015), jossa jokaisen kurssin kohdalla mainitaan erikseen, että kurssiin sisältyy aihepiiriin liittyvä tutkimus. Lisäksi jokaisen kurssin tavoitteissa yhtenä osa-alueena on kokeen suunnittelu ja toteutus.

Opettajat saavat valita itse käyttämänsä opetusmenetelmät, mutta on hyvin todennäköistä, että ylioppilaskoe ohjaa opettajien tekemiä valintoja. Lukiossa opiskelun tiedetään monelta osin tähtäävän ylioppilaskokeessa menestymiseen, mutta jatkossa ylioppilaskokeen merkitys nuoren elämään voi olla vielä aiempaa suurempi, sillä ylioppilaskirjoitusten arvosanojen painoarvo yliopistovalinnoissa kasvaa merkittävästi lähitulevaisuudessa korkeakoulujen uudistaessa valintamenettelyjään siten, että todistusvalinnan perusteella otetaan valtaosa opiskelijoista (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2018). Jo vuosikymmeniä sitten

Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitea (1989) totesi, että ylioppilastutkinto vaikuttaa haitallisesti lukiossa käytettäviin työtapoihin, sillä koetilanteen ja todellisen elämän tiedonkäyttömenetelmät ovat hyvin erilaiset. Esimerkiksi tutkivalle oppimiselle tyypillinen vuorovaikutus toisten ihmisten kanssa ja tiedon jakaminen ja vastaanottaminen eivät ole sellaisenaan mahdollisia koetilanteessa, mutta ovat tulevaisuuden työelämässä merkittäviä taitoja (Hakkarainen ym. 2005).

Lukiossa opiskelu perustuu kursseihin, joita suoritetaan tietyissä jaksoissa. Jaksossa on käytettävissä rajallinen määrä tunteja eli kaiken sisällön läpikäymiseen on rajallinen aika, mikä voi vaikuttaa opettajan valitsemien menetelmien käyttöön (Jeronen 2005a). Tutkivan oppimisen mallin mukainen opetus vie enemmän aikaa kuin saman asian läpikäyminen opettajajohtoisin menetelmin (Hakkarainen ym. 2005, Yli-Panula 2005a).

9.2 Tutkivan oppimisen tehtävätyypit biologian oppikirjoissa

Tässä tutkimuksessa tutkivaa oppimista lähestyttiin luonnontieteelliselle tutkimukselle ominaisten osa-alueiden kautta. Luonnontieteellinen tutkimus jaettiin vaiheisiin, ja näin saatiin muodostettua tehtävätyyppejä vastaavia luokkia. Lähes kokonainen luonnontieteellinen tutkimus jaettiin myös tasoihin tehtävän avoimuuden eli ohjeistuksen määrän mukaan, kuten Banch ja Bell (2008) esittivät ja näin muodostui lisää luokkia, joihin oppikirjojen tehtäviä voitiin sijoittaa. Kaiken kaikkiaan tehtävät luokiteltiin kymmeneen luokkaan, joissa hyödynnettiin erilaisia tutkimustaitoja.

Suurella osalla oppikirjojen tehtävistä ei toteudu koko tutkivan oppimisen prosessi, vaan tehtävissä toteutuivat vain tietyt tutkimuksen osa-alueet. Oppikirjoissa on kuitenkin myös sellaisia tehtäviä, joissa tutkivan oppimisen osa-alueet ovat esillä laajasti ja tutkiva oppiminen on pidempi kestoinen projekti. Hakkaraisen ym. (2005) mukaan tutkivaa oppimista voidaan toteuttaa pitkään,

lähes loputtomasti jatkuvana projektina, mutta yhtälailla myös yksittäisinä osaluokina ja lyhytkestoisena työskentelynä. Kouluolosuhteissa lyhyet projektit sopivat usein paremmin osaksi opetusta, koska käsiteltävää sisältöä on paljon.

Kaikkiaan 81 tehtävää eli neljäsosa tutkivan oppimisen mukaisista tehtävistä sisälsi oppilaan kannalta konkreettista, kokeellista tutkimustoimintaa. Tällaisten tehtävien osuus on suuri, kun verrataan sitä aiempaan tietoon, jonka mukaan opetus ei ole juurikaan sisältänyt kokeellisuutta eli omakohtaisten ilmiöiden tutkimista ja tulosten havainnointia (Yli-Panula 2005b). Kokeellinen työskentely on kirjallisen tiedonhakemisen ohella oppilaslähtöinen opiskelun muoto, sillä molemmat ovat osa tutkivan oppimisen prosessia (Anderson 2002, Yli-Panula 2005b). Kokeellisessa työskentelyssä oppilas on aktiivinen toimija, joka kokeilemalla ja vuorovaikutuksessa toisten kanssa syventää ymmärrystään käsiteltävästä asiasta (Kirschner ym. 2006). Opettajan rooli on ohjata oppilaiden työskentelyä ja tarkkailla oppimista (Anderson 2002, Hakkarainen ym. 2004). Tutkivan oppimisen käyttöä ja varsinkin kokeellisuutta voi kouluolosuhteissa haitata käytössä olevien resurssien niukkuus. Tutkivan oppimisen mukainen opiskelu vaatii joissakin tapauksissa erilaisia välineitä tai erityisiä opiskelutiloja, joihin tarvittaisiin rahaa, mutta todellisuudessa resurssit ovat niin pienet, ettei toteuttaminen ole nykytilanteessa mahdollista (Jeronen 2005a). Useimmat pienet kokeet ja demonstraatiot voidaan kuitenkin toteuttaa yksinkertaisilla ja edullisilla välineillä. Lisäksi yliopistot tekevät mielellään yhteistyötä koulujen kanssa, joten vierailuja on mahdollista toteuttaa ja samalla mahdollisesti nähdä esimerkiksi erilaisia bioteknologiaan liittyviä menetelmiä.

Kuitenkin vain hyvin pieni osa tehtävistä sisälsi kokonaan tai lähes kokonaan luonnontieteellisen tutkimuksen vaiheet. Syynä siihen, miksi näitä tehtäviä esiintyy oppikirjoissa vähän, lienee opiskeluun käytettävissä oleva rajallinen aika (Hakkarainen ym. 2005, Yli-Panula 2005a, Opetushallitus 2015). Tutkivan oppimisen hyödyntäminen ja ylipäänsä kokeellinen oppiminen vaatii hyvin toimiakseen menetelmien ja toimintatapojen omaksumista (Hakkarainen ym. 2005,

Banchi ja Bell 2008). Voidaan olettaa, että jos lukioikäiset oppilaat ovat tottuneet tutkivaan työtapaan, onnistuu heiltä myös kokonaisen tutkimuksellisen tehtävän tekeminen mahdollisimman itsenäisesti (Bell ym. 2005, Yli-Panula 2005a). Banch ja Bell (2008) jakoivat tutkivan oppimisen tasoihin. Oppikirjoista löytyvistä tutkimuksellisista tehtävistä suurin osa oli tasoista alimpiin sijoittuvia demonstraatioita tai hyvin ohjattuja tutkimuksen osia, mutta valittavana oli myös luonnontieteellisen tutkimuksen koko rakennetta jäljitteleviä tutkimustehtäviä, joista suurin osa kuului hankalimpaan eli avoimeen luokkaan, jossa oppilaan rooli tutkimuksen toteutuksissa on kaikkein suurin, lähes kuin tutkijalla. Oppilaan vaikutusmahdollisuudet tutkimuksen aiheenvalintaan, tutkimuskysymyksiin ja käytettäviin menetelmiin lisäävät tutkimuksen motivaatiota (Hakkarainen ym. 2004).

Noin puolet kaikista tutkivan oppimisen mukaisista tehtävistä oli joko tiedon etsintään tai tulosten analysointiin liittyviä. Aiemmin opetus on perustunut tutkimusten valmiiden tulosten opiskeluun eli on opiskeltu faktoja teksti- tai kaaviomuotoisena ilman omaa pohdintaa tai analysointia (Yli-Panula 2005b). Tulosten opiskelussakin opiskelija voi kuitenkin tulkita tuloksia ja pohtia, miksi jokin asia on näin, mitkä asiat tuloksiin ovat vaikuttaneet tai mitä tuloksista seuraa, kun tehtävässä esitetään tulokset taulukkona tai kuvaajina. Tutkivan oppimisen mallin kuuluvat kriittinen arviointi ja pohtiminen (Hakkarainen ym. 2004), joita tulosten tulkinnassa hyödynnetään.

Tiedon etsintä eli tiedon hankkiminen kokeellisen tutkimuksen lisäksi myös kirjallisessa muodossa, on yksi tutkivan oppimisen prosessiin sisältyvistä vaiheista Hakkaraisen ym. (2004, 2005) mallissa. Hakkaraisen ym. (2005) mukaan oppilaan on tärkeää oppia hakemaan tietoa eri lähteistä, ja arvioimaan tietoa kriittisesti sekä löytämään oleellinen tieto etsimästään. Tutkitut oppikirjat sisälsivät paljon erilaisia tiedonetsintään liittyviä tehtäviä.

Periytymistä käsiteltiin perinteisesti paperilaborointien avulla. Koska risteyttäminen ei lukiokurssin aikana käytännössä ole mahdollista, turvaudutaan opetuksessa paperilla risteyttämiseen, jonka perusteella oppilaat saavat käsityksen todennäköisyyksistä, joilla ominaisuudet periytyvät. Paperilla tehtävät risteytykset ovat teoreettinen malli oikeasta kokeellisesta risteytyksestä. Paperilaboroinnit kuitenkin ohjaavat tieteellisen työskentelyn mallia ja vaativat pohdintaa, joten sen vuoksi niiden käyttäminen kouluopetuksessa on perusteltua.

Kirjoissa oli myös muutamia tehtäviä, joilla harjoitettiin sisällönlukutaitoa ja toisaalta kuvailtiin oppilaille tieteellisen tutkimuksen vaiheittaista etenemistä. Näiden tehtävien tarkoitus lienee enemmänkin johdatella oppilaille tieteellistä ajattelua, sillä tehtävät sijoittuivat pakollisille kursseille.

Tutkimuksen alkuvaiheeseen liittyviä tehtäviä eli tutkimuksen suunnittelua ja hypoteesien laadintaa oli oppikirjojen tehtävissä vain vähän. Työskentelyteorian luominen ja ongelmien asettaminen ovat kuitenkin tutkivassa oppimisessa merkittävässä roolissa (Hakkarainen ym. 2004, 2005), joten on yllättävää, ettei tämän tyyppisiä tehtäviä juurikaan esiintynyt oppikirjoissa. Tällaiset tehtävät orientoisivat oppilasta aiheeseen, pakottaisivat miettimään, miten jotakin asiaa tai ilmiötä kannattaisi tutkia, ja miksi jokin asia on niin kuin se on. Tutkimuksen alkuvaiheen tehtävät vaativat paljon oppilaan omaa ajattelua ja sijoittuvat tasolle luokiteltaessa haastavimmalle tasolle eli ovat osa avointa tutkimusta (Banch ja Bell 2008), mikä saattaa olla syynä tämän tyyppisten tehtävien vähäiseen määrään. Toisaalta voidaan ajatella, ettei tutkimuksen suunnittelu ole mielekästä ilman, että tutkimuksen pääsee itse toteuttamaan. Tutkimuksen suunnitteluvaihe tulee kuitenkin strukturoiduissa ja strukturoimattomissa tehtävissä yhtenä osavaiheena harjoiteltua.

Kokonaisuudessaan oppikirjojen tarjoamat tehtävät harjoittivat monipuolisesti tutkimuksellisia taitoja jokaisella kurssilla. Työtavat vaativat oppilailta erilaisia taitoja, ja työskentely on vaihtelevaa sekä oppilaita aktivoivaa, joten opiskelu on

monipuolista, kuten opetussuunnitelmassa (2015) edellytetään. Erityyppiset ja erilaajuiset tehtävät kehittävät oppilaiden ajatteluntaitoja ja antavat haastetta eritasoisille oppijoille, siksi tutkivaa oppimista voidaan toteuttaa heterogeenisessä ryhmässä, ja sen avulla voidaan oppijasta saada esiin uusia taitoja ja kohottaa motivaatiota opiskelua ja sisältöjä kohtaan (Hakkarainen ym. 2005).

9.3 Tutkiva oppiminen eri biologian aihealueiden tehtävissä

Tutkivan oppimisen mukaiseksi luokiteltuja tehtäviä löytyi useita erilaisia jokaiselta eri biologian sisältöalueelta. Tutkivan oppimisen eri osa-alueiden painotus biologian osa-alueiden välillä oli erilainen, sillä biologian osa-alueet ovat tutkimusluonteeltaan erilaisia ja vaativat eri tavalla valmistelua ja välineitä.

Ensimmäisellä pakollisella kurssilla biologian opiskelu aloitetaan tutustumalla biologiaan tieteenä ja elämän syntyyn. Lisäksi kurssin merkittävä teema on evoluutio ja evoluution merkityksen ymmärtäminen. Prosentuaalisesti vähiten tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oli tarjolla molempien kirjasarjojen tehtävät huomioiden evoluutiota käsittelevässä osa-alueessa. Koralli-kirjassa tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oli enemmän. Evoluutio on todettu hankalaksi aiheeksi opettaa ja opetusmenetelmät ovat olleet yksipuolisia (Rutledge ja Mitchell 2002). Koska opettajilla ei välttämättä ole riittävä ymmärrystä evoluution perusteista (Rutledge ja Mitchell 2002), voi evoluution opettaminen tutkivan oppimisen menetelmillä olla haastavaa, sillä tutkivan oppimisen hyödyntäminen vaatii hyvää aineenhallintaa (Hakkarainen ym. 2005, Yli-Panula 2005a). Molemmissa kirjasarjoissa evoluutio-osassa oli muutamia konkreettista tutkimistakin vaativia tehtäviä. Koralli-sarjassa tutkivan oppimisen osa-alueista painottui tiedon etsintä ja tulosten analysointi ja BIOS-sarjassa menetelmällinen osaaminen.

Ekologia ja ympäristö -kurssilla tutkivan oppimisen määrä on vähäisin ekologian perusteissa, mutta lisääntyy tarkasteltaessa ympäristön häiriöitä ja suojelua.

Kurssien välisessä tarkastelussa tällä ekologiaan painottuvalla kurssilla on toiseksi eniten tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä, solubiologiassa eniten. Ekologiassa tutkivan oppimisen kokeellisten tehtävien määrä (18) vaikuttaa kokonaisuutena kuitenkin melko vähäiseltä, sillä olisi voinut olettaa, että ekologiaan liittyvät kokeet ja maastoretket olisivat olleet suuremmassa roolissa. Biologian opetukseen kuuluu olennaisesti erilaiset maasto-opetukset, jotka ovat tavallisesti ulkona tapahtuvaa ekologiapainotteista opetusta (Uitto 2005). Uiton (2005) mukaan maasto-opetuksella on merkitystä tiedollisten taitojen ohella etenkin käytännön taitojen ja luontosuhteen kehittymisessä. Ehkä maasto-opetus lukiossa on vähäistä, sillä asiasisältöä jokaisella kurssilla on runsaasti, ja käytettävissä olevaa aikaa kurssimuotoisesta opiskelusta johtuen hyvin rajallisesti. Myöskään lukion opetussuunnitelmassa (2015) ei esimerkiksi painoteta lajintuntemusta, mikä voi rajoittaa ekologian maasto-opiskelun toteuttamista. Ekologian tutkimuksen haasteena voidaan nähdä myös koulun sijainti (Jeronen 2005a), sillä maastoretkien tekeminen keskellä kaupunkia voi osoittautua haasteelliseksi ja aikaa vieväksi.

Solubiologian osalta kirjasarjojen välillä oli iso ero tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien määrässä. Esimerkiksi oppilaan omaa konkreettista tutkimuksen tekoa, johon sisällytetään toiminnallista työskentelyä, oli BIOS-kirjasarjassa 14 tehtävässä ja Korallissa vain neljässä tehtävässä. Eroa voi selittää kirjoittajien suuntautuneisuus ja oma solubiologinen osaaminen. Suurin solubiologiaan liittyvä haaste on työskentelyyn käytettävissä oleva aika (Manney & Manney 1993). Myös työskentelyyn tarvittavien välineiden ja laitteiden kalleus voi olla kouluille ongelma, jolloin kaikkiin töihin ei ole vaadittavia välineitä ja näin ollen kokeellinen työskentely ei ole välineiden puolesta mahdollista (Manney ja Manney 1993). Koulun resurssit siis usein rajoittavat kokeellista työskentelyä, sillä useilla kouluilla ei ole varaa hankkia spesifejä tutkimusvälineitä tai tiloja, joissa tutkimuksen tekeminen olisi mahdollista (Jeronen 2005a). Solubiologisia tutkimuksia voidaan kuitenkin tehdä myös pienemmillä resursseilla (Manney ja Manney 1993). Periytyneen korkean tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien

osuus selittyy sillä, että valtaosa aihepiirin tehtävistä oli erilaisia risteytyksiä tai periytymistä käsittelevien kaavioiden tulkitsemista, mitä on helppo toteuttaa kouluoloissa. Omaa tutkimusta perinnöllisyydestä ei kuitenkaan lukion resursseilla ole mahdollista toteuttaa.

Lukumäärällisesti vähiten tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oli ihmisbiologiaa käsittelevällä kurssilla neljä, jossa myös kokonaistehtävämäärä oli muita kursseja pienempi. Molemmissa kirjasarjoissa toiminnallisten tehtävien osuus ihmisbiologian tutkivan oppimisen mukaisista tehtävistä oli noin kolmannes, lisäksi BIOS-kirjasarjassa painottui ihmisbiologian kohdalla erityisesti strukturoimattomat eli oppilaan omaa tutkijuutta tukevat tehtävät. Ihmiskehon tutkiminen ei välttämättä vaadi erityisiä toimenpiteitä ja oma keho on aina saatavilla, joten esimerkiksi aistien, sydämen sykkeen tai verenpaineen ja hengityksen tutkiminen sekä luustoon ja lihaksiin kohdistuvat toiminnot ovat yksinkertaisia ja nopeita toteuttaa opetuksen yhteydessä.

9.4 Tutkiva oppiminen koetehtävissä

Tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oli myös ylioppilaskokeissa ja yliopistojen biologian valintakokeissa. Koetilanteissa tehtävät olivat kokeesta riippumatta samansuuntaisia, sillä koetilanne hankaloittaa tutkivan oppimisen toteuttamista ja määrittää mahdollisia tehtävätyyppejä. Valintakokeissa suuri tutkivan oppimisen osuus selittyy tehtävien soveltavalla luonteella, mutta täytyy myös huomioida, että tarkasteltava tehtävämäärä on huomattavasti pienempi oppikirjojen tai ylioppilaskokeiden tehtävämääriin verrattuna.

Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitea (1989) totesi osuvasti, että koetilanne ei vastaa laisinkaan arkista tiedonkäyttöä. Koetilanteessa ei voida keskustella kenenkään kanssa, eikä ainakaan tällä hetkellä ylioppilaskokeessa tai valintakokeessa ole mahdollisuutta suuresta osallistujamäärästä johtuen toiminnallisen tutkimuksen ja sitä kautta tutkimustaitojen analysoimiseen.

Myöskään tiedonetsinnän taitoja kirjallisista lähteistä ei ole aiemmin testattu ylioppilaskokeissa. Ehkä tulevaisuudessa tiedonetsintää voidaan jossakin muodossa toteuttaa, sillä keväällä 2018 järjestettiin ensimmäinen sähköinen biologian ylioppilaskoe, ja sähköisen kokeen yhteydessä painotettiin, että niissä voidaan tulevaisuudessa hyödyntää aiempaa laajempia aineistoja (Ylioppilastutkintolautakunta 2016).

Koetilanteessa tutkivan oppimisen mukaiset tehtävät voivat siis perustua vain teorian tietoon ja oppilaan ajattelutaitojen ja asioiden välisten yhteyksien hahmottamiseen kirjallisen ilmaisun kautta. Tästä syystä ylioppilas- ja valintakokeissa oli vain tulosten analysointia tai esittämistä, menetelmien teoreettista hallintaa ja tutkimuksen suunnittelua vaativia tehtäviä sekä paperilaborointeja eli risteytyksiä. Tutkimuksen suunnitteluun liittyvät tehtävät olivat hyvin harvinaisia ja niissä testattiin lähinnä tutkimuksen rakenteen tuntemista, mutta toisaalta myös luovuutta ja ajatteluntaitoja. Koetilanteen tehtävät perustuvat siis pitkälti tulosten opiskeluun, mikä on aiemmin ollut vallitsevaa myös opetustilanteissa (Yli-Panula 2005b).

Kokeiden ensimmäiset tehtävät olivat tyypillisesti käsitteenmäärittelyyn tai nimeämiseen perustuvia tehtäviä, eivätkä sisältäneet tutkivaa oppimista lainkaan. Tällaiset tietämistä vaativat tehtävät testaavat ulkoa osaamista eli muistamista ja ovat tasoltaan yksinkertaisia, jos tarkastellaan osaamista Bloomin taksonomian (Bloom ym. 1956) mukaan. Ehkä tarkoitus on herätellä oppilaita ja antaa aluksi onnistumisen kokemuksia ja vaatia myöhemmin kokeessa enemmän omaa ajattelua. On myös hyvä, että tehtävätyypit testaavat erityyppistä osaamista.

9.5 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet

Tämän tutkimuksen avulla saatiin uutta tietoa uuden opetussuunnitelman mukaisten biologian oppikirjojen tehtävistä sekä edellisen opetussuunnitelman mukaisten biologian ylioppilaskokeiden ja yliopistojen valintakokeiden tehtävistä.

On todettu, että koulu muuttuu hitaasti (Olkinuora ym. 1992), mutta tämän tutkimuksen valossa vaikuttaa siltä, että tutkivan oppimisen osuus oppikirjojen tehtävissä on kasvamassa. Oppikirjojen tehtävät ovat vaihtelevia ja niiden avulla on mahdollista kehittää oppilaiden tutkimuksellisia taitoja, ajatteluntaitoja sekä tietoisuutta omasta oppimisesta, mutta myös arjessa ja tulevaisuuden työelämässä tarvittavia kommunikaatio- ja tiedonetsintätaitoja (Hakkarainen ym. 2004). Tutkivaa oppimista on mahdollista toteuttaa oppikirjojen tehtävien avulla kaikilla biologian kursseilla lyhyesti opetusta rikastaen tai pidempikestoisina projekteina. Oppilaiden osaamisen perusteella voidaan oppikirjoista valita joko hyvin avoimia ja oppilaiden omaa osaamista vaativia tehtäviä, tai tarvittaessa hyödyntää alemman vaatimustason demonstraatiotehtäviä ilmiöiden selittämisessä. Oppikirjat on siis uudistettu vastaamaan oppimiskäsitykseltään ja työtavoiltaan uusinta opetussuunnitelmaa.

Koetehtävissä tutkiva oppiminen on hyvin rajattua, koska koetilanne ei mahdollista keskustelua tai tiedonetsintää. Jos koulussa opiskeleminen sisältää paljon tutkivan oppimisen mukaista työskentelyä, olisi tärkeää, että myös koetilanteessa voitaisiin hyödyntää opetuksessa opittuja taitoja monipuolisesti. Opetussuunnitelman uudistaminen ja tutkimuksellisuuden vahvempi painotus luovat tarpeen uudistaa koetehtäviä opetussuunnitelman perusteiden hengen mukaisiksi.

Vaikka oppikirjoissa esiintyi tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä, ei tämän tutkimuksen perusteella voida tehdä johtopäätöksiä siitä, kuinka tutkiva oppiminen näkyy koulun arjessa. Opettaja valitsee oppituntiansa tehtävät, eikä yhtä aihepiiriä koskien yleensä tehdä kuin muutama tehtävä, joten halutessaan opettajan on mahdollista painottaa opetuksessaan tutkivaa oppimista tai jättää mallin mukaiset tehtävät pois, riippuen millainen hänen pedagoginen näkemyksensä on (Mikkilä-Erdmann ym. 1999). Olisi kiinnostavaa tutkia kuinka paljon oppilaat todellisuudessa tekevät tutkivan oppimisen mukaisia tehtäviä oppikirjoista, ja kuinka paljon lukio-opetuksessa hyödynnetään tutkivan

oppimisen mallia. Tietoa tutkivan oppimisen todellisesta tilanteesta saataisiin haastattelemalla opettajia ja lukiolaisia tai teettämällä heille kysely. Tietoa saataisiin lisäksi keräämällä opettajilta esimerkiksi kurssikohtaisesti, päiväkirjatyyliä, mitä kirjan tehtäviä tai muita harjoituksia opetuksessa on käytetty. Näin voitaisiin vertailla tutkivan oppimisen mukaisten tehtävien osuutta oppikirjoissa ja todennäköisyyttä opetuksessa.

Teettämällä kysely tutkivan oppimisen järjestämisestä opetuksessa voitaisiin saada selville myös opettajien näkemyksiä siihen, miksi tutkivaa oppimista hyödynnetään opetuksessa. Opettajilla olisi todennäköisesti tarjota vastaus myös siihen, miksi tutkivaa oppimista ei aina hyödynnetä, mihin osa-alueisiin tutkivan oppimisen hyödyntäminen on järkevää, ja millaisia haasteita tutkivan oppimisen hyödyntämiseen liittyy oppilaiden osuus, mutta myös opettajan rooli sekä käytettävissä olevat resurssit huomioiden.

Olisi myös kiinnostava vertailla oppimistuloksia tutkivan oppimisen ja perinteisen opettajajohtoisen, luentoisiin ja kyselevään opetukseen perustuvan jakson jälkeen. Oppivatko oppilaat eri teemoja paremmin vai onko oppiminen kokonaisvaltaisesti parempaa ja syvällisempää vai meneekö keskittyminen oppimisen sijaan tekemiseen ja oppiaineen sisällön kustannuksella ajatteluntaitojen kehittämiseen. Mikkilän ja Olkinuoran (1995) mukaan oppilasta aktivoiva opetus ei välttämättä johda parempiin oppimistuloksiin. Kuitenkin esimerkiksi Hmelo-Silver ym. (2007) ovat saaneet tuloksia, joiden mukaan tutkivan oppimisen käyttö edistää oppimista ja parantaa oppimistuloksia.

Hakkarainen ym. (2004) toteavat motivaation olevan yhteydessä oppimiseen. Olisi kiinnostavaa tutkia, kuinka motivoituneita oppilaat ovat oppilaita aktivoivien työtapojen käyttöön. Työtapojen käyttö vaatii harjaantumista (Banchi ja Bell 2008), mutta tutkivan oppimisen on todettu lisäävän motivaatiota (Anderson 2002, Hakkarainen ym. 2004, Yli-Panula 2005b).

Lisäksi voitaisiin laajentaa oppikirjoja koskevaa tutkimusta myös muiden kustantajien kirjasarjoihin sekä ottaa huomioon myös oppikirjojen ulkopuolella oleva, esimerkiksi kustantajien opettajille tarjoama materiaali. Toisaalta oppimateriaaleja voitaisiin tutkia laajemmin kuin vain tehtävien näkökulmasta. Materiaalit sisältävät tehtävien lisäksi tekstiä ja kuvia, joista voi ilmetä myös tutkivan oppimisen piirteitä.

KIITOKSET

Haluan kiittää kaikkia, jotka ovat tukeneet minua opintojeni ja erityisesti tämän Pro Gradu-työni eri vaiheissa. Erityisesti haluan kiittää ohjaajaani Jari Haimia, joka on kannustanut ja antanut neuvoja työn etenemiseksi kärsivällisesti. Kiitän myös kirjakustantajia Kustannusosakeyhtiö Otavaa ja Sanoma Pro:ta sujuvasta yhteistyöstä oppikirjojen toimittamisessa tutkimuskäyttöni.

KIRJALLISUUS

- Alanko, V. & L. Lindberg. 2010. *Ympäristö- ja luonnontiedon oppimateriaalien harjoitustehtävät. Analyysi neljännen luokan oppimateriaaleista*. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, 122s .
- Anderson, R. 2002. Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education* 13: 1-12.
- Ames, C. & Archer, J. 1988. Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. *Journal of educational psychology* 80: 260-267.
- Banchi, H. & Bell, R. 2008. The many levels of inquiry. *Science and children* 46: 26-29.
- Bell, B. S. & Kozlowski, S. W. J. 2008. Active learning: Effects of core training design elements on self-regulatory processes, learning, and adaptability. *Journal of Applied Psychology* 93: 296-316

- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. 2005. Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher* 72: 30–33.
- Biohaku.fi. <http://biohaku.fi>. Luettu 5.9.2018.
- Bloom, B. S. Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. 1956. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: handbook 1: Cognitive domain*. New York: McKay.
- Crawford, B. A. 2007. Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of research in science teaching* 44: 613–642.
- De Grave, W. S., Boshuizen, H. P. A. & Schmidt, H. G. 1996. Problem based learning: Cognitive and metacognitive processes during problem analysis. *Instructional science* 24: 321–341.
- DiCarlo, S. E. 2006. Cell biology should be taught as science is practised. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 7: 290–295.
- Efklides, A. 2006. Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational research review* 1: 3–14.
- Flavell, J. H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist* 34: 906–911.
- Ford, J. K., Weissbein, D. A., Smith, E. M., Gully, S. M. & Salas, E. 1998. Relationships of goal orientation, metacognitive activity, and practice strategies with learning outcomes and transfer. *Journal of Applied Psychology* 83: 218–233.
- Glogger, I., Schwonke, R., Holzäpfel, L., Nückles, M. & Renkl, A. 2012. Learning strategies assessed by journal writing: Prediction of learning outcomes by quantity, quality, and combinations of learning strategies. *Journal of Educational Psychology* 104: 452–468.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. & Armstrong, M. 2009. Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning* 3: 1–22.
- Hakkarainen, K., Bollström-Huttunen, M., Pyysalo, R., Lonka, K., Raami, A., Sinivuori, E. & Lonka, K. 2005. *Tutkiva oppiminen käytännössä: Matkaopas opettajille*. WSOY, Helsinki.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 1999. *Tutkiva oppiminen: älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen*. WSOY, Porvoo.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 2004. *Tutkiva oppiminen: Järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä*. 6-7. painos. WSOY, Helsinki.
- Happonen, P., Holopainen, M., Sotkas, P., Tenhunen, A., Tihtarinen-Ulmanen, M. & Venäläinen, J. 2017a. BIOS 1. Elämä ja evoluutio. Sanoma Pro Oy: Helsinki.

- Happonen, P., Holopainen, M., Sotkas, P., Tenhunen, A., Tihtarinen-Ulmanen, M. & Venäläinen, J. 2016. BIOS 2. Ekologia ja ympäristö. Sanoma Pro Oy: Helsinki.
- Happonen, P., Holopainen, M., Sotkas, P., Tenhunen, A., Tihtarinen-Ulmanen, M. & Venäläinen, J. 2017b. BIOS 3. Solu ja perinnöllisyys. Sanoma Pro Oy: Helsinki.
- Happonen, P., Holopainen, M., Sotkas, P., Tenhunen, A., Tihtarinen-Ulmanen, M. & Venäläinen, J. 2017c. BIOS 4. Ihmisen biologia. Sanoma Pro Oy: Helsinki.
- Heinonen, J-P. 2005. Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit. Peruskoulun opettajien käsityksiä opetussuunnitelmien ja oppimateriaalien merkityksestä opetuksessa. *Tutkimuksia* 257. Helsingin yliopisto, Helsinki.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R. A. & Chinn, C.A. 2007. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational psychologist* 42: 99–107.
- Hodson, D. 2014. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education* 36: 2534–2553.
- Hung, W. 2011. Theory to reality: a few issues in implementing problem-based learning. *Education Tech Research and Development* 59: 529–552.
- Idänpirtti, K., Suutarinen, M. & Tuominen, P. 2016a. Koralli 1. Elämä ja evoluutio. Kustannusosakeyhtiö Otava: Keuruu.
- Idänpirtti, K., Suutarinen, M. & Tuominen, P. 2016b. Koralli 2. Ekologia ja ympäristö. Kustannusosakeyhtiö Otava: Keuruu
- Idänpirtti, K., Suutarinen, M. & Tuominen, P. 2017a. Koralli 3. Solu ja perinnöllisyys. Kustannusosakeyhtiö Otava: Keuruu
- Idänpirtti, K., Suutarinen, M. & Tuominen, P. 2017b. Koralli 4. Ihmisen biologia. Kustannusosakeyhtiö Otava: Keuruu
- Jeronen, E. 2005a. Biologian opetus ja sen suunnittelu. Teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (Toim.) *Biologia eläväksi, biologian didaktiikka*. PS-kustannus: Jyväskylä.
- Jeronen, E. 2005b. Resurssien valitseminen, valmistaminen ja käyttö. Teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (Toim.) *Biologia eläväksi, biologian didaktiikka*. PS-kustannus: Jyväskylä.
- Jeronen, E. & Kaikkonen, M. 2005. Esimerkkejä arviointikriteereistä ja niiden käytöstä. Teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (Toim.) *Biologia eläväksi, biologian didaktiikka*. PS-kustannus: Jyväskylä.
- Kallio, E. (Toim.) 2016. *Ajattelun kehitys aikuisuudessa: Kohti moninäkökulmaisuuutta*. Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatusalan tutkimuksia.

- Karvonen, P. 1995. *Oppikirjateksti toimintana*. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Keys, C.W. & Bryan, L.A. 2001. Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of research in science teaching* 38: 631–645.
- Kirschner P.A., Sweller J. & Clark R.E. 2006. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist* 41: 75–86.
- Lederman, N. G., Antink, A. & Bartos, S. 2014. Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education* 23: 285–302.
- Lehtinen, E., Vauras, M. & Lerkkanen, M.-K. 2016. *Kasvatustieteologia*. 3. uudistettu painos. PS-kustannus, Jyväskylä.
- Lerkkanen, M.-K., Kiuru, N., Pakarinen, E., Poikkeus, A.-M., Rasku-Puttonen, H., Siekkinen, M. & Nurmi, J.-E. 2016. Child-centered versus teacher-directed teaching practices: Associations with the development of academic skills in the first grade at school. *Early Childhood Research Quarterly* 36: 145–156.
- Lukiolaki 21.8.1998/629. Valtion säädöstietopankki Finlex. Ajantasainen lainsäädäntö. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980629>.
- Manney, T. R. & Manney, M. L. 1993. Using yeast genetics to generate a research environment. *Genetics* 134: 387–391.
- Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitea. 1989. *Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean loppumietintö: Slutbetänkande av Kommittén för matematisk-naturvetenskaplig allmänbildning*. Helsinki: Valtioneuvosto : Valtion painatuskeskus, jakaja.
- McCarthy, J.P. & Anderson, L. 2000. Active Learning Techniques Versus Traditional Teaching Styles: Two Experiments from History and Political Science. *Innovative Higher Education* 24: 279–294.
- Miettinen, R. 1998. Miten kokemuksesta voi oppia? Kokemus ja reflektiivinen ajattelu John Deweyn toiminnan filosofiassa. *Aikuiskasvatus: Aikuiskasvatustieteellinen aikakauslehti* 2: 84–97.
- Mikkilä-Erdmann, M. 2002. *Textbook text as a tool for promoting conceptual change in science*. Turku: Turun yliopisto.
- Mikkilä-Erdmann, M., Olkinuora, E. & Mattila, E. 1999. Muuttuneet käsitykset oppimisesta ja opettamisesta - haaste oppikirjoille. *Kasvatus : Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja* 30: 436–449.
- Mikkilä, M. & Olkinuora, E. 1995. *Oppikirjat ja oppiminen*. Turun yliopisto.

- Mutawah, M.A.A., Thomas, R. & Khine, M.S. 2017. Investigation into Self-regulation, Engagement in Learning Mathematics and Science and Achievement among Bahrain Secondary School Students. *IEJME-Mathematics Education* 12: 633–653.
- Nikkanen, T. 2013. *Tutkiva oppiminen alakoulun biologian oppi- ja tehtäväkirjoissa*. Kasvatustieteen Pro Gradu –tutkielma. Tampereen yliopisto, 89s.
- Olkinuora, E., Lappalainen, M. & Mikkilä, M. 1992. *Nuorisoiän yleissivistävän opetuksen nykytilan ja tuloksellisuuden arviointia: Arvioinnin viitekehys, tutkimuksen tuottama kuva ja oppimateriaalianalyysi*. Turun yliopisto.
- Opetushallitus. 2003. Lukion opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus, Helsinki.
- Opetushallitus. 2015. Lukion opetussuunnitelman perusteet: Määräykset ja ohjeet 2015: 48. Opetushallitus, Helsinki.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2014. Lukion tuntijaot. <https://minedu.fi/documents/1410845/4144057/Lukion+tuntijakotaulukko+13.11.2014/567dc3be-cd82-40bd-990b-ab5d111a1abb/Lukion+tuntijakotaulukko+13.11.2014.pdf>.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2018. <https://minedu.fi/usein-kysyttya-korkeakouluvalinnat>. Luettu 17.11.2018.
- Opintopolku.fi. 2018a. Biologia, biologian tutkinto-ohjelma, luonnontieteiden kandidaatti ja filosofian maisteri. Oulun yliopisto. <https://opintopolku.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.45272734158>. Luettu 5.12.2018.
- Opintopolku.fi. 2018d. Biologia, luonnontieteiden kandidaatti ja filosofian maisteri. Turun yliopisto. <https://opintopolku.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.58757304686>. Luettu 5.12.2018.
- Opintopolku.fi. 2018b. Biologian kandidaatti- ja maisteriohjelma, luonnontieteiden kandidaatti ja filosofian maisteri. Jyväskylän yliopisto. <https://opintopolku.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.78733243261>. Luettu. 5.12.2018.
- Opintopolku.fi. 2018c. Biologian kandidiohjelma, luonnontieteiden kandidaatti ja filosofian maisteri. Helsingin yliopisto. <https://opintopolku.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.421592418610>. Luettu 5.12.2018.
- Palmberg, I. 2005. Biologian opetusmuodot ja työtavat. Teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I.(Toim.) *Biologia eläväksi: Biologian didaktiikka*. PS-kustannus: Jyväskylä.
- Panasan, M. & Nuangchalem, P. 2010. Learning Outcomes of Project-Based and Inquiry-Based Learning Activities. *Online Submission* 6: 252–255.

- Prince, M. 2004. Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education* 93: 223–231.
- Puolimatka, T. 2002. *Opetuksen teoria: konstruktivismista realismiin*. Tammi, Helsinki.
- Rutledge, M. L. & Mitchell, M. A. 2002. High school biology teachers' knowledge structure, acceptance & teaching of evolution. *The American Biology Teacher* 64: 21–28.
- Saranen, E. 1998. Oppikirjat luonnontieteellisen ajattelun kehittäjänä. Ala-asteen ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjojen toiminnallisten tutkimustehtävien analyysi. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. 2006. Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.) *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. New York: Cambridge University Press.
- Schneider, M. & Stern, E. 2010. The cognitive perspective on learning: Ten cornerstone findings. *The nature of learning: Using research to inspire practice* 69–90.
- Schwab, J. J. 1958. The teaching of science as inquiry. *Bulletin of the Atomic Scientists* 14: 374–379.
- Tang, X., Kikas, E., Pakarinen, E., Lerkkanen, M.-K., Muotka, J. & Nurmi, J.-E. 2017. Profiles of teaching practices and reading skills at the first and third grade in Finland and Estonia. *Teaching and Teacher Education* 64: 150–161.
- Tsui, C. Y. & Treagust, D. F. 2007. Understanding genetics: Analysis of secondary students' conceptual status. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching* 44: 205–235.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Uudistettu laitos. Helsinki: kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Tynjälä, P. 1999. *Oppiminen tiedon rakentamisena: konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita*. Kirjayhtymä, Helsinki.
- Uitto, A. Maasto-opetus ja kenttätö. Teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (Toim.) *Biologia eläväksi, biologian didaktiikka*. PS-kustannus: Jyväskylä.
- Yle.fi. 2018. Abitreenit: yo-kokeet: biologia.
<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/12/15/yo-kokeet-biologia>. Luettu 28.2.2018.
- Ylioppilastutkintolautakunta. 2016. Tiedote biologian opettajille ja opiskelijoille: biologian sähköinen ylioppilaskoe.
- Ylioppilastutkintolautakunta. 2018a.
<https://www.ylioppilastutkinto.fi/maaraykset/tiedote-kokelaille>. Luettu 28.2.2018.

Ylioppilastutkintolautakunta. 2018b.

<https://www.ylioppilastutkinto.fi/tietopalvelut/tietoa-ylioppilastutkinnosta/historia>. Luettu 13.3.2018.

Yli-Panula, E. 2005a. Luonnontieteellinen tutkimus työtapana. Teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (Toim.) *Biologia eläväksi, biologian didaktiikka*. PS-kustannus: Jyväskylä.

Yli-Panula, E. 2005b. Tutkiva oppiminen. Teoksessa Eloranta, V., Jeronen, E. & Palmberg, I. (Toim.) *Biologia eläväksi, biologian didaktiikka*. PS-kustannus: Jyväskylä.