

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA
MATEMATISK-NATURVETENSKAPLIGA FAKULTETEN
FACULTY OF SCIENCE

Kehittämistutkimus: Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -verkkokurssin (MOOC) kehittäminen opettajien teknologis- pedagogista sisältötietoa vahvistaen

Pinja Lindholm

Maisterintutkielma

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian osasto

Matemaattisluonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

26.04.2021

TIEDEKUNTA – FAKULTET – FACULTY		KOULUTUSOHJELMA – UTBILDNINGSPROGRAM – DEGREE PROGRAMME	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Matematiikan, fysiikan ja kemian aineenopettajan maisteriohjelma	
TEKIJÄ – FÖRFATTARE – AUTHOR			
Pinja Lindholm			
TYÖN NIMI – ARBETETS TITEL – TITLE			
Kehittämistutkimus: Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -verkkokurssin (MOOC) kehittäminen opettajien teknologis-pedagogista sisältötietoa vahvistaen			
TYÖN LAJI – ARBETETS ART – LEVEL	AIKA – DATUM – MONTH AND YEAR	SIVUT – SIDOR – PAGES	
Maisterintutkielma	26.04.2021	46	
TIIVISTELMÄ – REFERAT – ABSTRACT			
<p>Verkko-opetuksen määrä kasvaa jatkuvasti ja opettajille suunnatuista MOOCeista tarvitaan lisää tietoa. Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOC on yhden opintopisteen kurssi molekyylimallinnuksesta MarvinSketch-ohjelmalla. MarvinSketch on molekyylimallinnusohjelma, joka on käytössä kemian sähköisissä ylioppilaskirjoituksissa. On havaittu, että kemian opettajat tarvitsevat tukea MarvinSketchin integroimiseen opetukseen. TPACK-malli on teoreettinen malli, joka kuvastaa kolmen tiedon tason (teknologinen, pedagoginen ja sisällöllinen) hallitsemista ja yhdistämistä teknologian käyttämiseksi opetuksessa.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCia tukemaan MarvinSketchin integroimista opetukseen TPACK-mallia hyödyntäen. Kehittämistutkimuksessa selvitettiin kurssin kehittämistarpeet teoreettisen ja empiirisen ongelma-analyysien pohjalta. Teoreettisessa ongelma-analyysissä selvitettiin, millaisia opettajille suunnattujen MOOCien pitäisi olla ja, miten TPACK-mallia voidaan hyödyntää kurssin suunnittelussa. Empiirisessä ongelma-analyysissä tutkittiin kurssin nykytilaa kurssitehtäviä, oppimispäiväkirjan vastauksia ja kurssipalautetta analysoimalla.</p> <p>Ongelma-analyysien pohjalta kurssi muutettiin TPACK-pohjaiseksi siten, että se sisältää ensimmäiseksi TPACKin esittelyn, toiseksi TK:n, TCK:n ja TPK:n kehittämisen ja lopuksi TPACK:in kehittämisen. Lisäksi kurssille lisättiin vuorovaikutusta ja lopputehtävä muutettiin vastaamaan opettajan ammatissa esiintyvää aitoa tilannetta.</p> <p>Kehittämistuotosta arvioitiin haastatteleamalla kahta alkuperäisen kurssin suorittajaa ja aineisto analysoitiin teorialähtöisenä sisällönanalyysinä, minkä pohjalta saatiin tietoa haastateltavien käsityksistä kurssi uudistuksista.</p> <p>Alkuperäisen kurssin suorittajat kokivat uudistetun kurssin hyödylliseksi ja motivoivaksi. TPACK-pohjainen kurssirakenne auttaa hahmottamaan, mitä kurssilla tehdään ja miksi, mikä lisää motivaatiota kurssitehtävien suorittamiseen. Infografiikan uudistettu tehtävänanto koettiin hyödyllisemmäksi tulevaa opettajan uraa ajatellen kuin alkuperäinen tehtävänanto, koska tehtävän tekeminen kasvattaa omaa materiaalipankkia. Kommentointitehtävä vuorovaikutuksen lisäämiseksi koettiin tavallaan hyväksi, koska MOOCeilla on yleensä vähän vuorovaikutusta, mutta kommentointitehtävä koettiin kuitenkin jonkin verran raskaaksi. Kommentointitehtävä vaatii jatkotutkimusta uuden kurssin suorittajilta, jotta saadaan tietoa käytännön kokemuksista.</p> <p>Uudistetun kurssin pohjalta voi lähteä jatkotutkimaan opettajien ja opettajaopiskelijoiden TPACK-kehitystä kurssin aikana. Kyselytutkimuksen voisi toteuttaa lisäämällä kurssin alkuun ja loppuun kyselyn kurssin suorittajan TPACK-mallin mukaisten ulottuvuuksien osaamisesta.</p>			
AVAINSANAT – NYCKELORD – KEYWORDS			
Kehittämistutkimus, MOOC, TPACK, molekyylimallinnus			
SÄILYTYS-PAIKKA – FÖRVARINGSTÄLLE – WHERE DEPOSITED			
E-Thesis: https://ethesis.helsinki.fi			
OHJAAJAT			
Johannes Pernaa ja Maija Aksela			

SISÄLLYS

1	Johdanto	1
2	Kehittämistutkimus	3
2.1	Kehittämistutkimus tutkimusstrategiana.....	3
2.2	Tutkimuskysymykset	4
2.3	Tutkimuksen rakenne.....	4
3	Teoreettinen ongelma-analyysi	7
3.1	Massiivinen avoin verkkokurssi (MOOC).....	7
3.2	Teknologis-pedagoginen sisältötieto (TPACK).....	9
3.3	TPACK-pohjainen kurssi.....	13
3.4	Yhteenveto	14
4	Empiirinen ongelma-analyysi 1: Kehitettävän kurssin nykytilanteen arviointi	15
4.1	Kurssikuvaus.....	15
4.2	Kurssitehtävien analysointi.....	16
4.2.1	Laadullinen sisällönanalyysi teorialähtöisenä	17
4.2.2	Tulokset	18
4.3	Kurssipalautteen analysointi	20
4.3.1	Laadullinen sisällönanalyysi aineistolähtöisenä	20
4.3.2	Tulokset	21
4.4	Yhteenveto keskeisistä kehittämistarpeista.....	22
5	Kehittämistuotos 1: Kurssin uudistettu versio	24
5.1	Teknologis-pedagogisen sisältötiedon vahvistaminen.....	24
5.2	Vuorovaikutuksen lisääminen.....	26
5.3	Saavutettavuus	27
5.4	MarvinSketchin versiuudistuksista johtuvat muutokset	27
6	Empiirinen ongelma-analyysi 2: Kehittämistuotoksen arviointi tapaustutkimuksena.....	28
6.1	Haastattelu	28
6.1.1	Haastattelun toteutus.....	29
6.2	Aineiston analyysi.....	30
6.3	Tulokset	30
6.3.1	TPACK-pohjainen kurssi.....	32
6.3.2	Muut kurssin muutokset	34

7 Pohdinta ja johtopäätökset	36
7.1 MarvinSketchin omaksumista tukeva MOOC (TK 1)	36
7.2 Kemian aineenopettajien käsityksiä uudistetusta kurssista (TK 2).....	38
7.3 Kehittämistuotos 2	39
7.4 Tutkimuksen luotettavuus.....	40
7.5 Tutkimuksen merkittävyys ja jatkotutkimustarpeet.....	40
Lähteet.....	42

LYHENTEET

MOOC	Massive open online course
TK	Teknologinen tieto
PK	Pedagoginen tieto
CK	Sisältötieto
TCK	Teknologinen sisältötieto
TPK	Teknologis-pedagoginen tieto
PCK	Pedagoginen sisältötieto
TPACK	Teknologis-pedagoginen sisältötieto

1 JOHDANTO

Verkko-opetuksen määrä on jatkuvassa kasvussa (Kanerva, Lehtinen, Löfström, Nevgi & Tuuttila, 2010), minkä lisäksi tämänhetkinen pandemia pakottaa opetuksen siirtämistä verkkoon. Todennäköisesti pandemian jälkeen kaikki opetus ei palaudu takaisin luentosaleihin ja luokkahuoneisiin (Valkonen, 2020). Samalla teknologian käyttö opetuksessa lisääntyy kovaa vauhtia. Teknologian nopea kehittyminen vaatii opettajilta jatkuvaa oppimista ajankohtaisen teknologian integroimiseksi opetukseen (Mishra, Koehler ja Kereluik, 2009). MOOC (eng. *Massive Open Online Course*) eli kaikille avoin verkkokurssi on yksi ajankohtainen tapa tarjota koulutusta etänä kaikille halukkaille. MOOCit yleistyvätkin jatkuvasti ja niiden suorittaminen kasvaa koko ajan (Allen & Seaman, 2014).

Vaikka MOOCit ovatkin lisääntyneet ja niissä on paljon hyötyjä, tarvitaan lisää tutkimustietoa niiden käyttämisestä opetuksessa (Pence, 2013). Myöskään opettajien opiskeluun suunnatuista MOOCeista ei ole vielä tarpeeksi tietoa (Hodges ym., 2016). Kuten Mishra ym. (2009) huomauttavat, teknologisten taitojen oppiminen ei riitä, vaan on yhtä tärkeää oppia integroimaan teknologia opetukseen. He ehdottavat, että opettajakoulutukseen lisättäisiin oppeja teknologian integroimiseksi opetukseen sen sijaan, että opeteltaisiin yksityiskohtaisesti erilaisia teknologisia työkaluja. Teknisten ohjelmien esittelyjen sijasta opettajakoulutuksessa olisi syytä kannustaa opettajaopiskelijoita kokeilemaan itse erilaisia ratkaisuja ja luomaan omia pedagogisia käytäntöjä. (Mishra ym., 2009) Tarvetta on siis sekä MOOCien että opetusteknologiaan liittyvien kurssien kehittämiseen. Helsingin yliopiston matematiikan, fysiikan ja kemian aineenopettajalinjalla on aktiivinen MOOC opetusteknologiasta ”Molekyylimallinnus kemian opetuksessa”, mutta nykyinen versio on pilottiversio, jossa ei suunnitteluvaiheessa otettu huomioon yllä kuvattuja ongelmia. Kurssi keskittyy MarvinSketchiin, jonka ylioppilaslautakunta valitsi ainoaksi molekyylimallinnusohjelmaksi kemian ylioppilaskirjoituksiin.

Tässä tutkimuksessa kehitetään Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCia teknologias-pedagogisen sisältötiedon mallia hyödyntäen, jotta kurssi painottaisi jatkossa enemmän MarvinSketchin integroimista opetukseen. Kehittämistuotoksena saadaan päivitetty versio Molekyylimallinnus kemia opetuksessa -MOOCista. Tutkimuksen kehittämistuotos toimii samalla esimerkkinä, miten opetusteknologiaan painottuvaa kurssia voi kehittää siihen suuntaan, että opiskelija tuottaisi kurssin aikana omia tuotoksia ja oppisi sitä kautta integroimaan teknologiaa opetukseen. Juuri tämä kurssi valittiin kehittämiskohteeksi, koska

kemian opettajat ovat ilmaisseet tarvitsevansa tukea MarvinSketchin integroimiseksi opetukseen (Lindholm, 2020).

Tämän kehittämistutkimuksen tarkoituksena on kehittää Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCia tukemaan kemian opettajia integroimaan MarvinSketch opetukseen hyödyntäen TPACK-mallia. Tavoitteena on, että kurssin suorittajat kokisivat uudistetun verkkokurssin sopimaan paremmin omiin tarpeisiin. Tutkimuksessa noudatetaan Edelsonin (2002) kehittämistutkimuksen mallia, joka sisältää kolme vaihetta: ongelma-analyysi, kehittämisvaihe ja kehittämistuotos.

Tämä maisterintutkielma koostuu seitsemästä luvusta. Toisessa luvussa esitetään tutkimuskysymykset, joiden ohjaamana pyritään pääsemään tavoitteeseen sekä kerrotaan tarkemmin tämän tutkimuksen strategiasta ja tutkimusmenetelmistä, joilla vastataan tutkimuskysymyksiin. Kolmas luku koostuu teoreettisesta ongelma-analyysistä, jossa perehdytään aiempaan tutkimustietoon MOOCeista ja TPACK-mallista. Neljäs luku käsittelee ensimmäistä empiiristä ongelma-analyysia. Tässä luvussa analysoidaan alkuperäisen kurssin kurssipalautetta, kurssitehtäviä ja tehtävien vastauksia, joiden pohjalta saadaan tietoa kurssin nykytilasta ja löydetään kohdat, joita voidaan kehittää aiemman tutkimustiedon avulla. Ongelma-analyysien avulla saadaan vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Viidennessä luvussa esitellään ongelma-analyysien pohjalta luotu kehittämistuotos eli MOOCin uudistettu versio. Kuudennessa luvussa etsitään vastausta toiseen tutkimuskysymykseen ja arvioidaan kehittämistuotosta tapaustutkimuksena teemahaastattelulla hankitun aineiston perusteella. Viimeisessä luvussa pohditaan tutkimuskysymysten pohjalta tuloksia ja tavoitteiden saavuttamista, tehdään johtopäätöksiä ja esitetään ajatuksia jatkokehittämiselle.

2 KEHITTÄMISTUTKIMUS

Tässä luvussa käsitellään kehittämistutkimusta tutkimusta ohjaavana strategiana, esitetään tutkimuskysymykset ja tutkimuksen rakenne.

2.1 Kehittämistutkimus tutkimusstrategiana

Kehittämistutkimus tutkimusstrategiana on syntynyt 90-luvulla (Brown, 1992; Collins, 1992). Koulutuspsykologiaa on kritisoitu tuottavan liian teoreettista tietoa, johon kehittämistutkimus pyrkii vastaamaan tuottamalla todellisiin opetustilanteisiin sopivia käytännön malleja ja teorioita (Stocking, 2001). Julkaisujen määrä kehittämistutkimuksesta ovat olleet 2000-luvulla jatkuvassa nousussa, josta voidaan päätellä, että kiinnostus kehittämistutkimusta kohtaan on kasvussa (Anderson & Shattuck, 2012). Kehittämistutkimus-käsitettä käytetään luonnontieteiden opetuksessa (Pernaa, 2013) kun taas design-tutkimusta ja suunnittelututkimusta kasvatustieteissä (Kiviniemi, 2018).

Kehittämistutkimuksen tavoitteena on tuottaa todellisiin tilanteisiin sopivia käytännön malleja (Brown, 1992). Kehittämistutkimuksen tyypillisiä piirteitä ovat kontekstuaalisuus, testaaminen, monimenetelmällisyys, iterointi, yhteisöllisyys ja konkreettiset tuotokset (Anderson & Shattuck, 2012).

Kehittämistutkimuksen tapaan käytännönläheisiä tutkimusstrategioita ovat toimintatutkimus, konstruktiiivinen tutkimus (ks. esim. Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2014) ja tutkimuksellisen kehittämistoiminta (ks. esim. Toikko & Rantanen, 2009). Kehittämistutkimusta ja toimintatutkimusta on pidetty hyvin samankaltaisina ja niistä löytyykin samanlaisia piirteitä, mutta myös eroavaisuuksia, mitkä tekevät niistä kaksi erillistä tutkimusstrategiaa. Molemmat tutkimusstrategiat pyrkivät käytännöllisyyteen ja jakavat metodologisia periaatteita. (Anderson & Shattuck, 2012). Eroavaisuutena kehittämistutkimuksen toteuttaa usein kehittämistiimi, kun taas toimintatutkimuksen toteuttaa opettaja. Kehittämistutkimus myös pyrkii yleistämään teoriaa suuremmassa mittakaavassa kuin toimintatutkimus. (Anderson & Shattuck, 2012)

Kehittämistutkimukselle on monta määritelmää (ks. esim. Barab & Squire, 2004; diSessa & Cobb, 2004; Wang & Hannafin, 2005). Tässä tutkielmassa noudetaan Edelsonin (2002) kehittämistutkimuksen mallia, jonka mukaan kehittämistutkimus koostuu kolmesta vaiheesta: kehittämisprosessi, ongelma-analyysi ja kehittämistuotos. Ongelma-analyysi ilmaisee tarpeet ja tavoitteet kehittämiselle, kehittämisprosessi ilmaisee käytettävät tutkimusmenetelmät ja kehittämistuotos ilmaisee kehitetyn ratkaisun ongelma-analyysissä ilmenneisiin tarpeisiin.

Kehittämistutkimuksen aikana vuorottelee teoreettinen ja empiirinen vaihe syklisesti. Näiden vaiheiden aikana ongelma-analyysi, kehittämisprosessi ja kehittämistuotos keskustelevat keskenään kehittyäkseen eteenpäin. (Edelson, 2002)

Kehittämistutkimuksen luotettavuutta on kritisoitu tutkimuskirjallisuudessa (Pernaa, 2013). Kehittämistutkimusta kohtaan on esitetty esimerkiksi kritiikkiä ettei sen muuttujia pysty hallitsemaan eikä menetelmiä pitämään yhdenmukaisena (Dede, 2004). Tämän tutkimuksen strategiaksi valittiin kehittämistutkimus, koska siitä on Suomessa hyviä kokemuksia kemian opetuksen kehittämisessä (Aksela & Pernaa, 2013).

2.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimusta ohjaa tutkimuskysymykset:

1. Minkälainen MOOC tukee kemian opettajia ja opettajaopiskelijoita integroimaan MarvinSketchin opetukseen?
2. Millaisia käsityksiä alkuperäisen kurssin suorittajilla on uudistetusta Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCista?

Tutkimuskysymykset liittyvät kehittämistutkimuksen vaiheisiin eli ongelma-analyysiin, kehittämistuotokseen ja arviointiin. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan teoreettisella ja empiirisellä ongelma-analyysillä sekä kuvailemalla näiden pohjalta tehtyä kehittämistuotosta. Teoreettisessa ongelma-analyysissä kartoitetaan aiempaa tutkimustietoa MOOCeista ja TPACK-mallin hyödyntämisestä kursseilla ja empiirisessä ongelma-analyysissä selvitetään kehitettävän kurssin nykytilaa ja kehittämiskohtia. Toiseen tutkimuskysymykseen taas vastataan arvioimalla kehittämistuotosta alkuperäisen kurssin suorittajien ryhmähaastattelun pohjalta.

2.3 Tutkimuksen rakenne

Tässä tutkimuksessa noudatetaan Edelsonin (2002) kehittämistutkimuksen mallia, joka sisältää kolme päävaihetta: ongelma-analyysi, kehittämisprosessi ja kehittämistuotos. Andersonin & Shattuckin (2012) määrittelemät kehittämistutkimuksen yleiset piirteet kontekstuaalisuus, testaaminen, monimenetelmällisyys, iterointi, yhteisöllisyys ja konkreettiset tuotokset pyritään huomioimaan tutkimuksessa.

Pro gradu -tasolla kehittämistutkimus sisältää usein yhden tai kaksi sykliä.

Kehittämissykli 1

1. Teoreettinen ongelma-analyysi
2. Empiirinen ongelma-analyysi 1
3. Kehittämisprosessi 1
4. Kehittämistuotos 1

Kehittämissykli 2

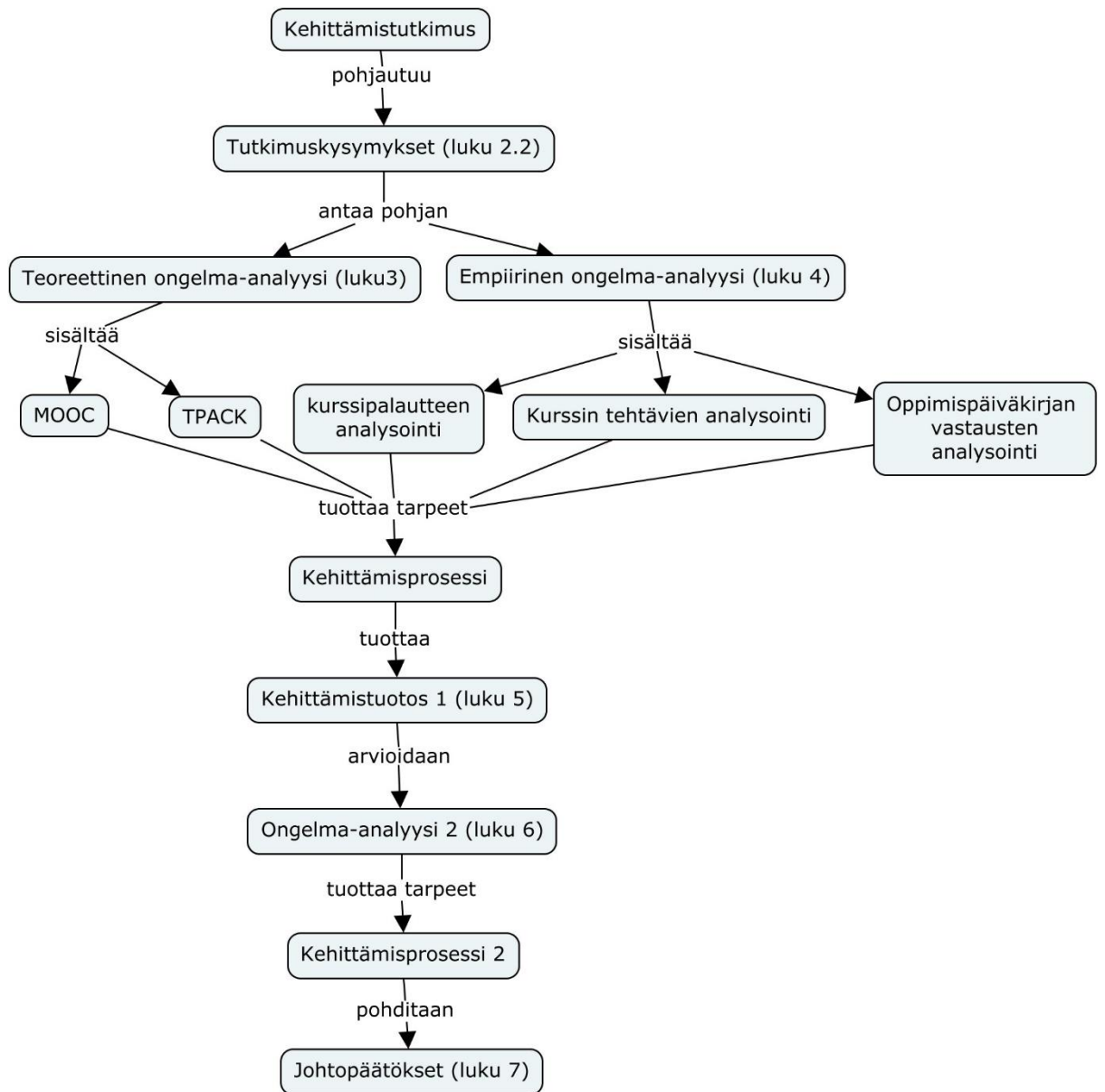
1. Kehittämistuotoksen 1 testaaminen ja arviointi
2. Kehittämisprosessi 2
3. Kehittämistuotos 2
4. Yhteenveto

(Aksela & Pernaa, 2013)

Tässä tutkimuksessa toteutetaan kokonaisuudessaan ensimmäinen kehittämissykli ja osittain toinen kehittämissykli. Tämän tutkielman puitteissa toisesta kehittämissyklistä jää kehittämisprosessi ja toinen kehittämistuotos tekemättä, mutta niitä pohditaan johtopäätöksissä.

Kehittämistutkimus alkaa ongelma-analyysillä, joka jakautuu teoreettiseen ja empiiriseen ongelma-analyysiin. Teoreettisessa ongelma-analyysissä luodaan teoreettinen viitekehys MOOC-kursseista ja TPACK-mallista sekä kartoitetaan kehittämistarpeita tutkimuskirjallisuudesta, joihin tällä tutkimuksella voi vastata. Empiirisessä ongelma-analyysissä analysoidaan Molekyylimallinnus kemian opetuksessa MOOCin kurssipalautetta ja kurssin suorittaneiden oppimispäiväkirjoja, joilla kartoitetaan kurssin nykytilannetta ja tarpeita kehittämiselle.

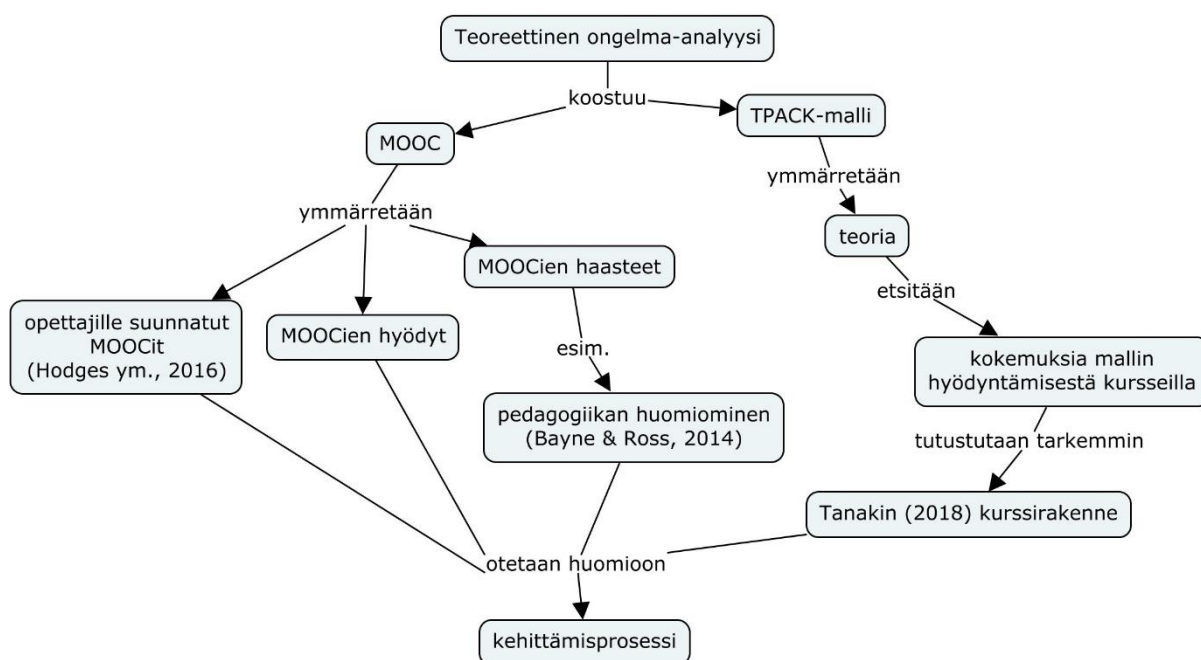
Ongelma-analyysien pohjalta suunnitellaan ja toteutetaan ensimmäinen versio kehittämistuotoksesta. Kehittämistuotos suunnitellaan vastaamaan ongelma-analyyseissä ilmenneisiin tarpeisiin. Kehittämistutkimuksen syklisen luonteen vuoksi ensimmäistä kehittämistuotosta testataan, arvioidaan ja kehitetään uudelleen toisessa syklissä vastaamaan koko ajan paremmin kehittämistarpeisiin. Seuraavassa kuvassa on esitetty tutkimuksen eteneminen (ks. kuva 1).



Kuva 1. Maisterintutkielman vaiheet.

3 TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI

Teoreettisessa ongelma-analyysin eteneminen on esitetty kuvassa 2. Ensin tutustutaan, mitä ovat MOOCit ja TPACK-malli. MOOCeista perehdytään tarkemmin niiden hyötyihin ja haasteisiin sekä etsitään aiemmasta tutkimustiedosta ideoita opettajille ja opettajaopiskelijoille suunnatun MOOCin kehittämiseen, joilla voidaan vastata MOOCeihin kohdistuviin haasteisiin. Tarkemmin katsotaan esimerkiksi Hodgesin ym. (2016) suosituksia opettajille suunnatuista MOOCeista. TPACK-mallista tehdään katsaus sen hyödyntämisestä kursseilla. Lopuksi tutustutaan tarkemmin Tanakin (2018) käyttämään kurssinrakenteeseen TPACK-mallia hyödyntäen.



Kuva 2. Teoreettisen ongelma-analyysin eteneminen.

3.1 Massiivinen avoin verkkokurssi (MOOC)

MOOC (eng. *Massive Open Online Course*) tarkoittaa suoraan suomennettuna valtavaa avointa verkkokurssia. MOOCit ovat yleisesti ottaen jokaiselle halukkaalle avoimia eli kurssit ovat maksuttomia eikä osallistuja tarvitse muuta kuin pääsyn internettiin ja kiinnostuksen osallistua (McAuley ym., 2010). MOOCeja on luokiteltu xMOOCeihin eli luennoitsijakeskeisiin ja cMOOCeihin eli yhteisöllisiin, mutta nämä jaot ovat saaneet kritiikkiä etteivät ne olisi enää edustavia vaan tarvittaisiin uudenlaista lähestymistapaa (Bayne & Ross, 2014). Yleisesti verkkokurssien suorittaminen on kovassa kasvussa ja MOOCit yleistyvät koko ajan yliopistoissa (Allen & Seaman, 2014).

MOOCien hyödyt ovat yksi syy niiden suosiolle. Yksi merkittävimpiä hyötyjä on niiden kustannustehokkuus eli MOOCien ylläpitämisen kustannukset eivät kasva merkittävästi, vaikka osallistujamäärät lisääntyisi (Laurillard, 2016). Lisäksi ne lisäävät koulutustasa-arvoa, koska kuka vain voi osallistua kurssille riippumatta ajasta, maantieteellisestä sijainnista, muodollisista vaatimuksista tai taloudellisesta tilanteesta, jolloin kurssin osallistujakuntakin on mahdollisimman heterogeenistä (McAuley ym., 2010).

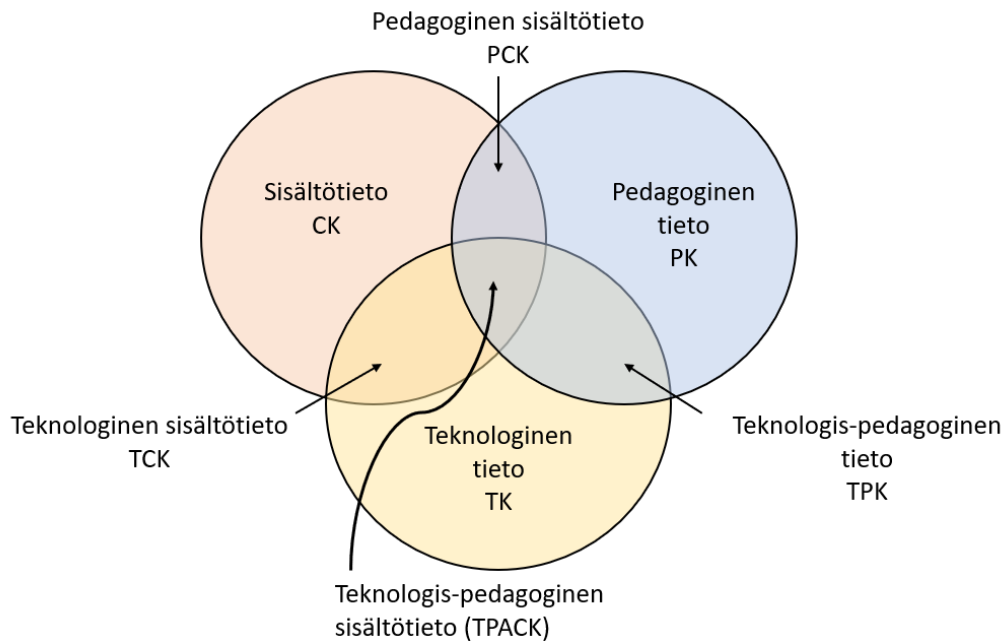
MOOCeilla on myös haasteita ja sen takia MOOCeja on myös kritisoitu (Carbone, 2014; Pence, 2013). Yksi suurimmista haasteista on niiden alhainen suoritusprosentti, vain noin 10 % kursseille ilmoittautuneista suorittaa kurssin loppuun (Breslow ym., 2013). Osallistujan koulutustason on kuitenkin huomattu vaikuttavan kurssin suoritusasteeseen (Greene, Oswald & Pomerantz, 2015). Opettajat saattaisivat siis olla niitä, jotka todennäköisemmin suorittavat kurssin kokonaan (Hodges, Lowenthal & Grant, 2016). MOOCien haaste verrattuna perinteisiin kursseihin on yhteistyön järjestäminen muiden osallistujien kanssa ja esimerkiksi MOOCien keskustelualustoiden aktiivisuus on usein alhaista (Laurillard, 2016). Lisäksi ongelmana pidetään heikompia mahdollisuuksia henkilökohtaiseen tukeen ja yhteydenpitoon ohjaajan kanssa (Hodges ym., 2016), mikä voi olla yksi syy MOOCien alhaiseen suoritusprosentteihin (Pence, 2013).

MOOCeista on melko vähän tutkimustietoa niiden käyttämisestä opettajien täydennyskoulutuksena (Kaul, Aksela & Xiaomeng, 2018). Moni MOOC-kurssi ei ole myöskään suunniteltu sopimaan juuri opettajille (Hodges ym., 2016). Bayne ja Ross (2014) ilmaisevat huolensa MOOCien pedagogiikasta, joka ei ole ehkä saanut tarpeeksi huomiota vielä ja tulevaisuudessa siihen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. Pence (2013) korostaa kritiikissään MOOCia kohtaan, että yleisesti tarvitaan lisää tutkimustietoa MOOCeista, miten ne sopivat koulutusjärjestelmiin järkevästi.

Hodges ym. (2016) kertovat kuusi suositusta, jotka kannattaa ottaa huomioon opettajille kohdennetun MOOCin suunnittelussa. Ensimmäiseksi kurssin pitäisi tarjota opettajille aitoja tehtäviä, joita he pääsevät itse kokeilemaan, mutta myös pystyvät hyödyntämään omassa opetuksessaan. Toiseksi MOOCin pitäisi olla yhteydessä opetussuunnitelmiin ja painotus olla pedagogisessa hyödyssä. Opettajille olisi myös hyödyllistä kertoa, minkä luokka-asteen opetukseen kurssista on hyötyä. Kolmanneksi MOOCien pitäisi pyrkiä luomaan yhteistyötä opettajien keskuudessa, mikä myös lisää todennäköisyyttä, että opettaja suorittaa kurssin loppuun asti. Neljänneksi MOOCien rakenne pitää suunnitella niin, että sisältö on helposti saatavilla ja käytettävissä. Viidenneksi MOOCin suorittamisesta pitäisi antaa jonkinlainen todistus palkkiona, mikä myös motivoi suorittamaan kurssin loppuun. Kuudenneksi MOOCien

pitäisi tukea jatkuvaa oppimista eli kurssin koko sisältöön pitäisi olla pääsy myös kurssin suorittamisen jälkeen. (Hodges ym., 2016)

3.2 Teknologis-pedagoginen sisältötieto (TPACK)



Kuva 3. TPACK-malli (Koehler & Mishra, 2005).

TPACK-malli (eng. *Technological Pedagogical Content Knowledge*) kuvaa, miten opetuksessa yhdistyy kolme eri tiedon tasoa, joiden hallitsemista tarvitaan teknologian käyttämiseen opetuksessa (Koehler & Mishra, 2005; 2009; Mishra & Koehler, 2006). Kuvasta 3 näkyy, miten malli pyrkii yhdistämään opetuksessa sisältötiedon, pedagogisen tiedon sekä teknologisen tiedon. Koehlerin ja Mishran (2005) TPACK-malli on kehitetty Shulmanin (1986; 1987) PCK-mallin pohjalta (eng. *Pedagogical Content Knowledge*). PCK-malli kuvastaa taitoa opettaa tiettyä oppiaineen sisältöä pedagogisesti järkevästi eli opettajalla täytyy olla osaamista opetettavasta aiheesta sekä yleistä pedagogista osaamista (Shulman, 1987; 1986). Teknologian saapuessa opetukseen, Koehler & Mishra (2005) lisäsivät malliin teknolisen näkökulman. TPACK-malli sisältää kolme pääkomponenttia (sisällötieto, pedagoginen tieto ja teknologinen tieto) sekä seitsemän aluetta, joissa nämä pääkomponentit yhdistyvät eri tavoin. Kun kaikki kolme pääkomponenttia yhdistyy, muodostuu TPACK-alue. TPACK-mallin mukaan teknologian esimerkiksi MarvinSketchin käyttöönotto opetukseen vaatii opettajalta kaikkien taulukossa 1 esitettyjen komponenttien osaamista. (Koehler & Mishra, 2005)

Taulukko 1. TPACK-mallin mukaiset osiot MarvinSketchin käyttöön tarvittavista taidoista

CK	sisältötieto	Osaaminen opetettavasta aiheesta. Esimerkiksi orgaaniset reaktiot.
PK	pedagoginen tieto	Tieto opettamisesta ja oppimisesta yleensä. Esimerkiksi, miten oppiminen tapahtuu.
TK	teknologinen tieto	Teknologian käytön osaaminen yleensä. Esimerkiksi MarvinSketchin perustoiminnot, kuten asentaminen ja ohjelman erilaiset asetukset.
PCK	pedagoginen sisältötieto	Miten aihetta opetetaan. Esimerkiksi orgaanisten reaktioiden hahmottamisen haasteet.
TCK	teknologinen sisältötieto	Teknologian käyttö eri sisältöjen kanssa. Esimerkiksi reaktioyhtälön kirjoittaminen MarvinSketchillä.
TPK	teknologis-pedagoginen tieto	Teknologinen osaaminen pedagogisesta näkökulmasta. Esimerkiksi, miten MarvinSketch tukee oppimista.
TPACK	teknologis-pedagoginen sisältötieto	Pedagogisesti järkevää teknologian hyödyntämistä tietyn aiheen opetuksessa. Esimerkiksi orgaanisten reaktioiden hahmottamisen tukeminen MarvinSketchiä käyttäen.

TPACK-mallia on myös kritisoitu siitä, että mallin komponenttien määritelmät ovat liian epätarkkoja (Graham, 2011; Kopcha ym., 2014). Kritiikistä huolimatta TPACK-mallia on hyödynnetty opettajien koulutuksessa niin aineenopettajakoulutuksessa kuin täydennyskoulutuksenakin ja se on inspiroinut kehittämään opettajien tietoja teknologian hyödyntämiseen opetuksessa (Cox & Graham, 2009). Tämän takia TPACK-malli on valittu tämän tutkimuksen teoreettiseksi viitekehikseksi.

Taulukkoon 2 on koottu tutkimuksia TPACK-malliin liittyen ja niiden tutkimusten tulokset. TPACK-mallia on käytetty useissa kvantitatiivisissa tutkimuksissa mittarina opettajien tai opettajaopiskelijoiden TPACK-tietojen kehittymisen seurantaan. Opettajien

itsetehokkuuden tutkimisessa selvisi, että TPACK-mallin hyödyntäminen tuki opettajien itsetehokkuutta teknologian hyödyntämisessä opetuksessa (Joo, Park & Lim, 2018). Opettajien TPACK-itseluottamuksen tutkimisessa selvisi, että opettajien TCK-itseluottamus on alhaisempi kuin muiden osa-alueiden eli opettajat tarvitsisivat tukea enemmän teknologiseen sisältötietoon (Graham, Burgoyne & Cantrell, 2009). TPACK-mallia on myös kokeiltu kyselymittarina arvioimaan opettajakoulutuksessa opettajien TPACK-taitoja (Schmidt ym., 2009). Opettajankoulutuksessa on testattu TPACK-pohjaista kurssia tietokonepohjaisella matematiikan kurssilla, josta selvisi, että kurssilla oli positiivinen vaikutus opettajaksi opiskelevien TPACK-tietoihin ja TPACK-mallia hyödyntäviä kursseja pitäisi olla enemmän (Durdu & Dag, 2017). Opettajaopiskelijoille suunnatun TPACK-pohjaisen testikurssin tuloksista selvisi, että opettajaopiskelijoiden on vaikea integroida teknologia opetukseen, koska heiltä puuttuu opetuskokemus (Tanak, 2018). Tanak (2020) suosittelee, että opettajaopiskelijoillekin suunnatut kurssit pitäisi perustua aitoihin koulumaailman tilanteisiin. Tämän seurauksena Kemian opettajien TPACK-tietoja ja itsetehokkuutta on tutkittu videoeditoinnin täydennyskoulutuskurssilla, jossa todettiin, että kemian opettajien TPACK-tiedot kehittyivät ja itsetehokkuus videoeditoinnin yhdistämisestä kemian opetukseen kasvoi TPACK-pohjaisen täydennyskoulutuksen jälkeen (Blonder ym., 2013). Lisäksi on tutkittu lukion kemian opettajien tuen tarpeita MarvinSketchin omaksumiseen, josta nousi esille, että opettajat kaipaavat enemmän tukea TPACK-tietojen kehittämiseen (Lindholm, 2020). Koulutuksen keston on havaittu vaikuttavan opettajien TPACK-tietojen kehittymiseen (Wikan & Molster, 2011). Yli kahden viikon täydennyskoulutusten on huomattu muuttavan opettajien käytäntöjä omassa opetuksessaan (Supovitz & Turner, 2000).

Taulukko 2. Tutkimuksia ja niiden tuloksia TPACK-mallista

Tutkimus	Mitä tutkittiin	Tutkimuksen tulokset ja johtopäätökset
<p>Joo, Y. J., Park, S., & Lim, E. (2018). Factors Influencing Preservice Teachers' Intention to Use Technology: TPACK, Teacher Self-efficacy, and Technology Acceptance Model. <i>Educational Technology & Society</i>, 21(3), 48–59.</p>	<p>Opettajankoulutuksessa opettajien itsetehokkuutta teknologian käyttöön opetuksessa.</p>	<p>TPACK-mallin hyödyntäminen tuki opettajien itsetehokkuutta teknologian hyödyntämisessä opetuksessa.</p>
<p>Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M., & Seob, S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. <i>Journal of Research on Technology in Education</i>, 42, 123–149.</p>	<p>TPACK-mallia kyselymittarina.</p>	<p>Mittaria muokkaamalla sitä voisi käyttää tutkimuksissa arvioimaan opettajien TPACK-kehitystä.</p>
<p>Durdu, L., & Dag, F. (2017). Pre-service teachers' TPACK development and conceptions through a TPACK-based course. <i>The Australian journal of teacher education</i>, 42(11), 150–171</p>	<p>Opettajankoulutuksessa TPACK-pohjainen kurssi tietokoneavusteisesta matematiikan kurssista.</p>	<p>Kurssilla oli positiivinen vaikutus opiskelijoiden TPACK-tietoihin ja vastaavanlaisia kursseja tarvittaisiin enemmän.</p>
<p>Tanak, A. (2018). Designing TPACK-based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. <i>Kasetsart Journal of Social Sciences</i>, 41(1), 53–59</p>	<p>Opettajankoulutuksen TPACK-pohjaisen kurssin vaikutusta opettajaopiskelijoiden TPACK-tietoihin.</p>	<p>Opettajaopiskelijoiden on vaikea integroida teknologia opetukseen. Opettajaopiskelijoille suunnitellut kurssit pitäisi pohjautua mahdollisimman aitoihin tilanteisiin.</p>
<p>Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z., Benny, N., Rap, S., & Sakhnini, S. (2013). Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. <i>Chemistry Education Research and Practice</i>, 14(3), 269–285</p>	<p>Kemian opettajien itsetehokkuutta ja TPACK-tietojen kehittymistä videoeditoinnin TPACK-pohjaisen täydennyskoulutuksen jälkeen.</p>	<p>Kemian opettajien itsetehokkuus ja TPACK-tiedot kehittyivät TPACK-pohjaisen videoeditointi -kurssin jälkeen.</p>

Taulukko 2 jatkuu.

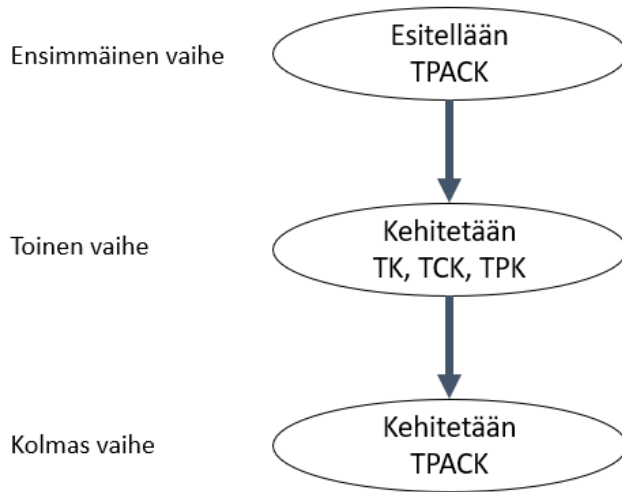
Tutkimus	Mitä tutkittiin	Tutkimuksen tulokset ja johtopäätökset
Tokmak, H. S., Yelken Yanpar, T., & Konokman Yavuz, G. (2013). Preservice teachers' perceptions on development of their IMD competencies through TPACK-based activities. <i>Educational Technology & Society</i> , 16(2), 243–256	Opettajaopiskelijoiden kokemaa kehitystä opetusmateriaalisuunnittelussa TPACK-pohjaisen kurssin aikana.	TPACK-malli auttaa opettajia integroimaan teknologiaa opetukseen. TPACK-pohjaisten kurssien suunnittelua pitäisi jatkaa.
Doering, A. Veletsianos, G., Scharber, C., & Miller, C. (2009). Using the technological, pedagogical, and content knowledge framework to design online learning environments and professional development. <i>Journal of Educational Computing Research</i> , 41(3), 319-346.	Opettajien tietoisuus omista TPACK-tiedoista ennen ja jälkeen TPACK-pohjaisen kurssin.	Opettajat kokevat TPACK-mallin hyödylliseksi ja motivoivaksi.
Lindholm, P. (2020) Kandidaatintutkielma: Lukion kemian opettajien tuen tarpeet MarvinSketchin omaksumisessa – innovaation diffuusioanalyysi TPACK-mallia hyödyntäen.	Lukion kemian opettajien tuen tarpeita MarvinSketchin omaksumiseen.	Opettajat kaipaavat enemmän tukea TPACK-tietojen kehittämiseen MarvinSketchin integroimiseksi opetukseen.

3.3 TPACK-pohjainen kurssi

Opettajankoulutuksissa on kokeiltu TPACK-pohjaisia aktiviteetteja ja kokonaiskursseja (esim. Blonder ym., 2013; Durdu & Dag, 2017; Tanak, 2018; Tokmak ym., 2013). TPACK-pohjaisista kursseista on saatu positiivisia kokemuksia (esim. Doering ym., 2009; Tokmak ym., 2013). Kokemuksia on kertynyt sekä opettajille suunnatuista TPACK-pohjaisista kursseista (Doering ym., 2009) että opettajaopiskelijoille suunnatuista (Tanak, 2018). Tokmak ym. (2013) huomauttavat artikkelissaan, että tarvitaan lisää tietoa TPACK-pohjaisten kurssien käyttämisestä, minkä takia niitä pitäisi suunnitella ja tutkia lisää.

Tanak (2018) on luonut rakennemallin TPACK-pohjaiselle kurssille (ks. kuva 4). TPACK sijoitetaan kurssilla kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa esitellään TPACK, minkä tarkoituksena on kehittää ymmärrys TPACK-mallista. Toisessa vaiheessa kehitetään

harjoitusten myötä TK-, TCK-, ja TPK-taitoja eli TPACK-mallin kolmea ulottuvuutta erikseen. Kurssilaiset harjoittelevat esimerkiksi, miten teknologiaa käytetään tietyissä sisällöissä. Kolmannessa ja viimeisessä vaiheessa kehitetään TPACK-taitoja eli yhdistetään aiemmin opitut TPACK-mallin mukaiset ulottuvuudet yhdeksi kokonaisuudeksi sopivan harjoituksen avulla esimerkiksi teknologiaa hyödyntävän tiedetunnin suunnittelu. (Tanak, 2018)



Kuva 4. TPACK-pohjaisen kurssin rakenne (Tanak, 2018).

3.4 Yhteenveto

Tiivistetysti tässä tutkimuksessa Molekyyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCin kehittämässä hyödynnetään aiempaa tutkimustietoa MOOCeista sekä TPACK-mallia ja sen hyödyntämistä kurssien suunnittelussa (ks. taulukko 3). Hodgesin ym. (2016) suositukset opettajille suunnatuista MOOCeista otetaan huomioon kurssin päivittämisessä, kuten esimerkiksi vuorovaikutus ja tehtävien liittyminen aitoihin opettajien tilanteisiin. Kurssin pedagogiikkaan kiinnitetään huomiota liittämällä kurssin rakenne Tanakin (2018) luomaan TPACK-pohjaiseen kurssirakenteeseen. Tämän toteuttamiseksi pitää ymmärtää Koehlerin ja Mishran (2005) luoma TPACK-malli.

Taulukko 3. Yhteenveto aiemman tutkimustiedon hyödyntämisestä tutkimuksessa

Teoria	Miten hyödynnetään tutkimuksessa
MOOC	Hodgesin ym. (2016) suositukset opettajille suunnatuista MOOCeista.
TPACK-malli	Koehlerin ja Mishran (2005) mukaisen TPACK-mallin ymmärtäminen.
TPACK-pohjainen kurssi	Tanakin (2018) mukainen kurssirakenne TPACK-pohjaiselle kurssille.

4 EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI 1: KEHITETTÄVÄN KURSSIN NYKYTILANTEEN ARVIOINTI

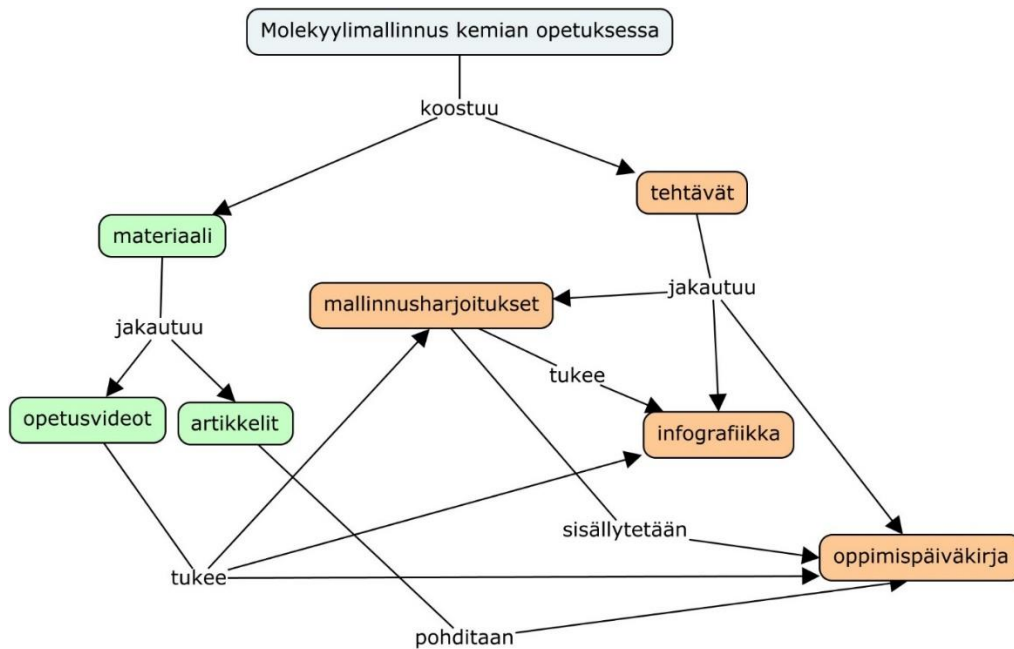
Tässä luvussa kuvailaan alkuperäinen kurssi pääpiirteittäin ja analysoidaan alkuperäisen kurssin nykytilaa. Kurssikuvaus antaa käsityksen, millainen kurssi on, mitä osia siihen kuuluu ja kenelle se on tarkoitettu. Kurssin nykytilaa arvioidaan aineistolähtöisenä sisällönanalyysina kurssipalautteesta sekä teorialähtöisenä sisällönanalyysina kurssin tehtävienannoista ja oppimispäiväkirjojen vastauksista. Arvioinnin tulokset antavat tietoa kurssin kehitysmahdollisuuksille.

4.1 Kurssikuvaus

Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -verkkokurssi on valinnainen yhden opintopisteen osasuoritus Matematiikan, fysiikan ja kemian opettajan kandiohjelman Aineenopettajan digitaaliset työkalut II -kurssilla. Lisäksi kurssi on vapaasti tarjolla Helsingin yliopiston MOOC-alustalla kenelle tahansa, jolloin myös kentällä olevat kemian opettajat voivat suorittaa kurssin täydennyskoulutuksena. Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -kurssin tavoitteet ovat nykyisellä toteutuksella olleet:

- Harjoitella erilaisten mallien tuottamista ja rakennekaavojen piirtämistä.
- Saada valmiuksia opetusharjoittelun ja sähköisten ylioppilaskirjoitusten tieto- ja viestintäteknikkavaatimuksiin.
- Innostua molekyylimallinnuksesta ja kemian opettamisesta.
- Saada onnistumisen elämyksiä.

Kurssi koostuu artikkeleiden lukemisesta, opetusvideoiden katsomisesta, mallinnusharjoituksista, oppimispäiväkirjasta ja infografiikasta (ks. kuva 5).



Kuva 5. Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -kurssin sisältö.

Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCille on ilmoittautunut yhteensä 145 osallistujaa, joista 32 on suorittanut kurssin loppuun. Kurssin suoritusaste on siis 22 %, mikä on huomattavasti suurempi kuin tyypillisen MOOCin suoritusaste, mikä on noin 10 % (Breslow ym., 2013). Tämä tukee Greenen ym. (2015) ja Hodgesin ym. (2016) päätelmiä, että opettajat saattaisivat suorittaa todennäköisemmin MOOCin kokonaan.

4.2 Kurssitehtävien analysointi

Kurssin loppuun suorittaneista 15 kurssilaista on antanut tutkimusluvan kurssiaineiston, kuten oppimispäiväkirjojen käyttöön. Ensimmäiseksi analysoitiin kurssin tehtävänantoja, minkä perusteella saadaan tietoa, mihin alkuperäinen kurssi johdattaa kurssin suorittajia. Tämän perusteella voidaan pohtia, onko tehtävien uudistamiselle tarvetta. Kun tehtävänannot on analysoitu, analysoitiin yhden oppimispäiväkirjan kysymyksen vastaukset, jotta saadaan tietoa, pystyvätkö kurssilaiset vastaamaan alkuperäisiin kysymyksiin. Kysymysten ja vastausten analysoinnin perusteella saadaan tietoa kurssin nykytilasta ja kohdista, joita voidaan kehittää. Oppimispäiväkirjoista analysoitiin tarkemmin yksi apukysymys ”*Millaisia kemian opetuksen käyttökohteita keksit elektronitiheyspinnoille?*”. Kysymyksestä saadaan tietoa, onko kurssin suorittajilla TCK- tai TPACK-tietoja eli osaavatko kurssilaiset yhdistää kemian opetuksen sisältöjä MarvinSketchin tiettyyn toimintoon tai jopa keksiä pedagogisesti järkevän käyttökohteen tietyllä toiminnolla tiettyyn sisältöön.

4.2.1 Laadullinen sisällönanalyysi teorialähtöisenä

Kurssin tehtävänannot sekä tarkemmin yhden oppimispäiväkirjan kysymyksen vastaukset analysoitiin laadullisen teorialähtöisen eli deduktiivisen sisällönanalyysin keinoin. Sisällönanalyysi on yksi perinteisistä tutkimusmenetelmistä laadullisessa tutkimuksessa. Sisällönanalyysi voi olla joko aineisto- tai teorialähtöistä. Teorialähtöinen sisällönanalyysi perustuu tiettyyn teoriaan tai malliin, mikä ohjaa aineisto analyysia. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Tässä tutkimuksessa analyysia ohjasi teoreettisessa ongelma-analyysissä esitetty Koehlerin ja Mishran (2005) TPACK-malli. Tehtävänantoja sekä oppimispäiväkirjan vastauksia ryhmiteltiin yläluokkiin ja luokiteltiin TPACK-mallin ulottuvuuksiin.

4.2.2 Tulokset

Ensimmäiseksi analysoitiin kurssin tehtävänannot TPACK-mallin mukaisesti (ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Kurssin tehtävänantojen analysointi

Ulottuvuus	Yläluokka	Kysymys
TK	Teknologian käytön osaaminen	Mallinnustehtävät
TCK	Kemian sisällön liittäminen tekniseen toimintoon.	Miten molekyylihallinnusta voidaan hyödyntää kemian tutkimuksessa?
		Mihin kemiassa tarvitaan malleja?
		Miksi tarvitaan erilaisia molekyylihallinnoita? Liitä pohdintaan MarvinSketchillä tehdyt kuvat eri mallityypeistä.
		Mitä mahdollisuuksia molekyylihallinnus voisi tuoda isomerian opettamiseen?
		Millaisia kemian opetuksen käyttökohteita keksit elektronitieteille?
		Pohdi, miten voit käyttää molekyylihallinnusta sidosten opettamiseen a) perusopetuksessa ja/tai b) lukiossa?
		Millaisia mahdollisuuksia molekyylihallinnus tuo kemiallisten reaktioiden tutkimiselle?
		Infografiikka
TPK	Teknologinen osaaminen pedagogisesta näkökulmasta.	Mitä molekyylihallinnuksesta on mainittu opetussuunnitelmien perusteissa?
		Millaisia mahdollisuuksia molekyylihallinnus antaa kemian opetukselle?
		Ohjelmistot nimeävät molekyylit napin painalluksella. Pitääkö orgaanisten yhdisteiden nimeämistä silti vielä opettaa?
		Miten molekyylihallinnuksella voidaan tukea kemiallisen reaktion oppimista?

Kurssin oppimispäiväkirjan tehtävien kysymykset koostuvat TCK-, TPK-tietotason kysymyksistä, jonka lisäksi oppimispäiväkirjaan liitettävien tehtävien taustalla on molekyylihallinnustehtäviä, jotka ovat TK-tiedon tasolla.

Oppimispäiväkirjojen pohjalta voidaan todeta, että kurssin suorittajilla on tehtävien tekemisen jälkeen MarvinSketchistä TK-tietoja, koska ovat osanneet mallintaa tehtävänantojen mukaisesti.

Oppimispäiväkirjan yhden kysymyksen ”*Millaisia kemian opetuksen käyttökohteita keksit elektronitiheyspinnoille?*” vastaukset luokiteltiin teoreettisena viitekehyksenä toimivan TPACK-mallin mukaisesti (ks. taulukko 5). TPACK-mallista otettiin vain kaksi tietoaletta, TCK ja TPACK, luokitteluun mukaan, koska kysymys oli muotoiltu TCK-tiedon mukaisesti ja muita TPACK-mallin mukaisia tietokategorioita ei ilmennyt myöskään vastauksista.

Taulukko 5. Oppimispäiväkirjan kysymyksen vastausten luokittelu

	Yläluokka	Pelkistetty ilmaus
Ulottuvuus		
TCK	Kemian sisällön liittäminen tekniseen toimintoon.	Elektronegatiivisuus
		Elektronien sijainti
		Kemiallinen reaktiivisuus
		Kemialliset ominaisuudet
		Kemialliset sidokset
		Molekyylin rakenne
		Poolisuus
TPACK	Pedagoginen perustelu teknologian käyttämiselle tiettyyn sisältöön.	Poolisuus lukion 1. kurssilla

Melkein kaikki keksivät vähintään yhden käyttökohteen MarvinSketchin elektronitiheyspinnoille-toiminnon käyttöön kemian opetuksessa. Elektronitiheyspinnoille keksittiin esimerkiksi seuraavanlaisia käyttökohteita kemian opetukseen: ”*Aineen rakennetta ja ominaisuuksia ym. käydessä*”, ”*Elektronitiheyspinnoilla voisi olla erityinen käyttökohde poolisuus -käsitteen havainnollistamisessa*”, ”*Molekyyliden elektronitiheyspintojen avulla pystytään opettamaan esimerkiksi poolisuutta ja dipolisidoksia*”. Pelkän käyttökohteen

keksiminen luokiteltiin TCK-luokkaan eli tekijä oli keksinyt tietyn kemian aiheen, jossa voi hyödyntää tarkasti määriteltyä MarvinSketchin ominaisuutta. Suurin osa keksityistä käyttökohteista koski molekyylien poolisuutta. Tämän enempää ei tehtävänannon tai kurssin tavoitteiden mukaan vaaditakaan, mutta siitä huolimatta vastauksista ilmeni, että MarvinSketchin toimintojen liittäminen opetussisältöihin oli aika pintapuolista. Parissa oppimispäiväkirjoissa oli käyttökohteen lisäksi pohdittu MarvinSketchin toiminnon pedagogista merkitystä tietyn aiheen opetuksessa esimerkiksi ”*Pedagogisessa mielessä esim. lukiossa se voisi sekoittaa cis-trans-isomerian ymmärtämistä*” ja ”*Elektronitiheyspintojen piirtäminen pitäisi ottaa käyttöön jo ensimmäisellä kurssilla poolisuuden analysoinnin yhteydessä*”.

4.3 Kurssipalautteen analysointi

Kurssipalautteeseen on vastannut 22 Molekyylihallinnus kemian opetuksessa -MOOCin suorittajaa. Kurssipalautteesta kartoitetaan kurssin nykytilannetta ja kehittämistarpeita. Kurssipalautteen pohjalta voidaan sanoa, että kurssin toteutus verkkokurssina on mielekäs tapa opiskella molekyylihallinnuksen ja MarvinSketchin käyttöä, koska vastaajista 86,4 % oli täysin samaa mieltä ja loput 13,6 % jokseenkin samaa mieltä. Tämän pohjalta verkkokurssia kannattaa kehittää eteenpäin, koska toteutustapa on kurssin suorittajien mielestä mielekäs.

Suurin osa vastaajista kokee kurssin hyödylliseksi itselleen (86,4%), mutta kurssipalautteen vastaajista 4,5 % oli eri jokseenkin eri mieltä ja 9,1 % ei ollut samaa eikä eri mieltä, että kurssi olisi itselleen hyödyllinen. Jotta saataisiin lisää tietoa, miksi kurssi on hyödyllinen ja miksi ei, analysoidaan laadullisen sisällönanalyysin menetelmin kurssipalautteen avoimet kysymykset ”Mainitse, mikä kurssissa oli erityisen mielekästä” ja ”Miten kehittäisit kurssia?”

4.3.1 Laadullinen sisällönanalyysi aineistolähtöisenä

Kurssin nykytilannetta arvioidaan myös osittain aineistolähtöisen sisällönanalyysin keinoin niiltä osin, mitä aineistosta tuli ilmi TPACK-mallin ulkopuolelta. Aineistolähtöinen eli induktiivinen sisällönanalyysi eroaa teorialähtöisestä siten, että analyysia ei ohjaa mikään tietty teoria tai malli, jolloin analyysi etenee yksittäisestä yleiseen (Tuomi & Sarajarvi, 2009).

4.3.2 Tulokset

Kurssipalautteesta esille nousseita asioita on koottu taulukkoon 6. Kurssipalautteen avoimesta kysymyksestä ”Mainitse, mikä kurssissa oli erityisen mielekästä” kerättiin tietoa, mikä kurssissa on onnistunutta eikä näin ollen kannata muuttaa kurssissa. Kehitysideoita kurssin uudistukseen kerättiin kurssipalautteen toisesta avoimesta kysymyksestä ”Miten kehittäisit kurssia?”.

Taulukko 6. Kurssipalautteen tulokset

	Hyvää	Parannettavaa
Kurssin rakenne	Moduulien koko, Opetusvideoiden ja tehtävien järjestys	
Kurssin toteutus	Verkkototeutus, Oman aikataulun tahtiin suorittaminen, Itsenäinen opiskelu	
Kurssin taitotaso		Taitovaatimukset korkeammalle, Jatkokurssi
Videot	Hyvät videot, Sopivan pituisia	Lisää videoita
Tehtävät	3D-piirtämistehtävät, MarvinSkatchillä kikkailu, Monipuoliset tehtävät, Oppimispäiväkirjassa reflektointi, Infografiikka,	Vähemmän artikkeleita ja enemmän tehtäviä, Laajempi itsearviointi
Ohjeistus		Muurahaishappo-tehtävän ohjeistus, Infografiikan ohjeistus, Oppimispäiväkirjan ohjeistus, MarvinSpace-ohjeistus
Vuorovaikutus		Vuorovaikutus muiden opettajien kanssa, Kentällä oleville opettajille suunnattu kurssi, Konkreettiset ideat muilta opettajilta tai asiantuntijoilta

Kurssipalautteen perusteella kurssin rakenne ja toteutus on ollut kurssin suorittaneille mieluisia. Kurssin toteutusta kommentoitiin positiivisesti mm.

”Kurssi muodostui sopivan kokoisista mielekkäistä osioista ja nettikurssi sopii hyvin omiin aikatauluihin”

”Aikataulullinen joustavuus. Kurssin voi aloittaa ja lopettaa milloin ilman minkäänlaisia aikaraja vaatimuksia”.

Kurssin toteutuksen lisäksi monipuolista kiitosta sai opetusvideot. Ainoa kehitysidea videoita koskien oli niiden lisääminen, mutta näitä kommentteja oli vain yksi. Videoita kommentoitiin mm.

”Erittäin selkeät videot, joihin oli helppo palata kun halusi kerrata jonkun asian.”

”Opetusvideot ovat sopivan pituisia, selkeitä ja sijoitettu tehtävien alle siten, että niitä ei tule katsoneeksi ennen kuin on yrittänyt itse tehdä tehtävää.”

”Myös kattavampien opetusvideoiden linkittäminen olisi hyvä. Toki niitä löytyy kyllä esim. YouTubesta.”

Kurssipalautteesta ilmeni myös kehitysideoita, joista esille nousi vuorovaikutuksen puute muiden opettajien kanssa sekä kurssin taitotaso. Palautteen perusteella kurssille tarvitaan ajatusten sekä materiaalien jakoa muiden kanssa. Tätä kommentoitiin seuraavasti:

”Olisi kiva kuulla muiden opettajien pohdintaa enemmän. Konkreettiset tuntisuunnitelmat kollegoilta ja erityisesti tietysti hyvät ideat asiantuntijoilta olisivat tosi tervetulleita”.

Myös kurssin taitotaso liittyy tähän eli jonkin verran kaivataan lisää haastetta teknisten taitojen lisäksi. Taitotasoa kommentoitiin mm.

”Tavoitetaso taitojen suhteen olisi voinut olla korkeammalla. Nämä tekniset taidot on suurinpiirtein tullut harjoiteltua jo lukuvuoden mittaan katsomalla Abitin ja Myllyviidan ohjevideoita”.

4.4 Yhteenveto keskeisistä kehittämistarpeista

Teoreettisen ongelma-analyysin perusteella voidaan todeta, että opettajille suunnattuja MOOCeja kannattaa kehittää, koska niitä on vähän (Hodges ym., 2016) ja tutkimustietoa opettajille suunnatuista MOOCeista tarvitaan lisää (Kaul ym., 2018). TPACK-pohjaiset kurssit opettajille ovat lisänneet opettajien TPACK-taitoja (Blonder ym., 2013; Durdu & Dag, 2017)

ja kykyä integroida teknologiaa opetukseen (Tokmak ym., 2013), joten kurssia kannattaa kehittää TPACK-mallia hyödyntäen. Kemian opettajilla on myös havaittu tarpeita TPACK-taitojen kehittämiseen MarvinSketchin osalta (Lindholm, 2020). Tanak (2018) on kehittänyt mallin TPACK-pohjaisesta kurssista (ks. kappale 3.3), jota tullaan käyttämään uuden kurssiversion pohjana.

Oppimispäiväkirjojen vastausten sisällönanalyysin perusteella voidaan todeta, että Molekyyylimallinnus kemian opetuksessa MOOCin suorittajilla on TK-, TPK- ja TCK-taitoja MarvinSketchistä, koska ovat pystyneet vastaamaan näiden tasojen tehtäviin. Tämän perusteella kurssille voi kokeilla lisätä nämä ulottuvuudet yhdistävän TPACK-tason tehtävän. Myös kurssipalautteessa ilmeni toive vaatimustason nostamisesta.

Kurssipalautteen sisällönanalyysin perusteella voidaan todeta, että kurssin toteutusmuoto kannattaa pitää ennallaan eli tässä vaiheessa toteutus säilytetään omaan tahtiin suoritettavana verkkokurssina. Lisäksi videot säilytetään ennallaan, koska ne olivat saaneet kehuja kurssin suorittaneilta kurssin toteutusmuodon lisäksi.

Sen sijaan vuorovaikutusta ja materiaalin jakoa tullaan lisäämään kurssille, koska sitä kurssin suorittajat kaipaavat kurssipalautteen perusteella. Lisäksi tehtävänantoja tullaan ohjaamaan enemmän TPACK-mallin mukaisesti, jotta kurssi kehittää laajemmin TPACK-mallin taitoja, jotka tällä hetkellä ovat rajoittuneet TCK-taitoihin. Näin päästään kehittämään ongelmakohtia, jotka ovat tulleet esille myös teoreettisissa ongelma-analyysissä. Kysymysten ja tehtävien uudelleenmuotoilu sekä materiaalien jako saattaa auttaa ongelmaan, että opettajat kaipaavat enemmän tukea TPACK-tietojen kehittämiseen MarvinSketchin integroimiseksi opetukseen (Lindholm, 2020). Kysymysten uudelleenmuotoilu todennäköisesti kannattaa, koska tutkimuksissa on havaittu, että TPACK-mallin hyödyntäminen tuki opettajien kykyä integroida teknologiaa opetukseen (Tokmak ym., 2013) ja opettajat kokevat TPACK-mallin hyödylliseksi sekä motivoivaksi (Doering ym., 2009). Kurssin lopputehtävänä oleva infografiikka päivitetään sisällöltään vastaamaan TPACK-taitotasoa, jossa otetaan samalla huomioon kurssipalautteesta ilmenneet toiveet vuorovaikutuksesta muiden opettajien kanssa ja materiaalin jakamisesta.

Teknisesti kurssin uudistuksessa otetaan huomioon ajan tuomat lakimuutokset sekä MarvinSketch-ohjelman päivitykset, jotta uudistettu kurssi on ajan tasalla näiden suhteen.

5 KEHITTÄMISTUOTOS 1: KURSSIN UUDISTETTU VERSIO

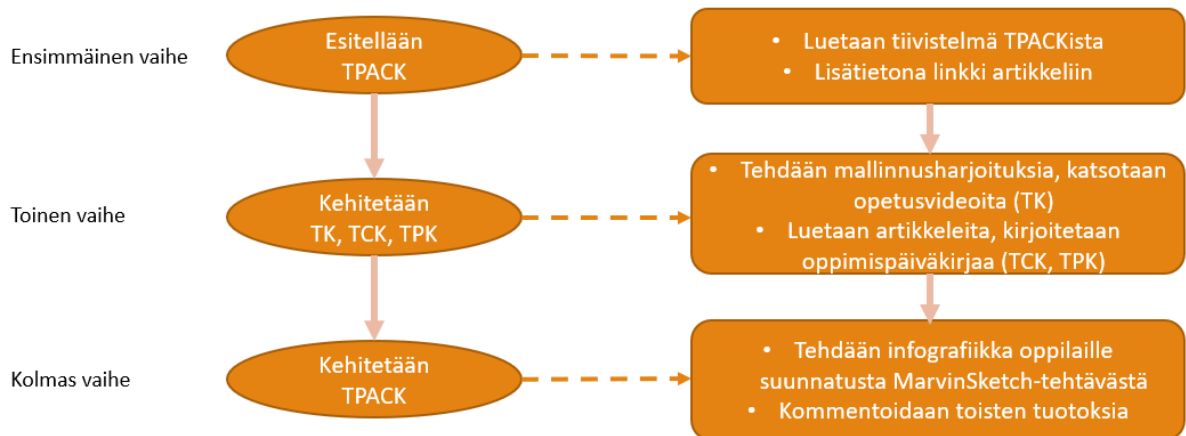
Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCia kehitettiin Tanakin (2018) mallin mukaisesti TPACK-pohjaiseksi kurssiksi. Lisäksi kurssille lisättiin opetusmateriaalin jakoa sekä vuorovaikutusta kurssin suorittaneiden kesken. Samalla kurssi päivitettiin saavutettavuusdirektiivin mukaiseksi.

5.1 Teknologis-pedagogisen sisältötiedon vahvistaminen

Kurssia kehitettiin vahvistamaan opettajien tai opettajaksi opiskelevien taitoja integroida MarvinSketch omaan opetukseen TPACK-mallin avulla.

Kurssin lopputehtävä infografiikka muutettiin tukemaan ongelma-analyyseissä kohdattuja tarpeita. Alkuperäisessä versiossa infografiikka ohjasi kurssin suorittajaa pohtimaan tehtävän sisältöä TCK-taitojen kautta eli, miten tietty kemian sisältö voidaan esittää MarvinSketch-tekniikan avulla. Alkuperäisessä infografiikan tehtävänannossa ei ollut pedagogista näkökulmaa, mikä korjattiin uudistetussa versiossa.

Uudistetussa versiossa infografiikan sisältöohjeistus muutetaan TPACK-taitojen suuntaan eli pedagogisesti relevanttia MarvinSketchin käyttöä tietyn kemian aiheen opetuksessa. Kurssin uusi versio noudattaa Tanakin (2018) mallia TPACK-pohjaisesta kurssista (ks. kuva 6). Ensimmäisessä vaiheessa esitellään Koehlerin ja Mishran (2006) TPACK-malli lyhyellä tiivistelmällä ja tarjotaan lisätietona linkki pidempään artikkeliin. Ensimmäisen vaiheen jälkeen lisättiin uusi itsearviointi, jossa arvioidaan, onko ymmärtänyt TPACK-mallin perusteet. Näin varmistetaan, että kurssin suorittajat käyvät teorian läpi ennen kurssilla etenemistä. Myös kurssipalautteessa esiintyi toive, että itsearviointia voisi olla enemmän. Toisessa vaiheessa kehitetään teknologisia taitoja, teknologista sisältötietoa sekä teknologispedagogista taitoa alkuperäisen kurssin mukaisilla tehtävillä. Kurssin suorittajaa informoidaan jokaisen tehtävän yhteydessä, mitä TPACK-mallin mukaista ulottuvuutta tehtävän suorittaminen kehittää.



Kuva 6. Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCin rakenne TPACK-pohjaisena (Tanak, 2018).

Kolmannessa vaiheessa kehitetään teknologispedagogista sisältötietoa suunnittelemalla oppilaille suunnattu tehtävä, jossa pitää hyödyntää MarvinSketchiä. Kurssin suurin muutos kohdistui kurssin päättötehtävänä olevaan infografiikkaan. Infografiikan alkuperäinen tehtävänanto oli seuraavanlainen:

”Kurssin päättötyönä suunnitellaan ja laaditaan molekyylivisualisointeja hyödyntävää infografiikkaa.

1. *Lue ensin, mitä infografiikalla tarkoitetaan.*
2. *Valitse sen jälkeen mikä tahansa kemian käsitteen, ilmiön tai prosessin.*
3. *Laadi yhden PowerPoint-kalvon mittainen infografiikkaesitys, jolla opetat kyseisen asian tiiviisti katsojalle. Voit käyttää myös jotain muuta esitystyökalua, kuin PowerPointia.*
4. *Infografiikassasi saa olla tekstiä, valokuvia, kuvaajia, mutta erityisvaatimuksena on, että siellä on myös itse tehtyjä molekyylivisualisointeja. Ne voivat olla esim. rakennekaavoja, molekyylimalleja tai pintoja.*
5. *Tallenna infografiikka kuvana ja lähetä se oheiseen keskustelupalstaan.”*

Tässä moduulissa voit hyödyntää kaikkea oppimaasi.

Uudistetussa tehtävänannossa muutettiin ohjeistuksen kohtia 2. ja 5. Uudistetussa kurssissa infografiikka tehdään kemian kurssi- tai koetehtävästä, jossa pitää käyttää MarvinSketchiä. Infografiikassa esitetään vähintään tehtävänanto, perustelut tehtävälle ja mallivastaus hyödyntäen MarvinSketchiä. Sen lisäksi keskustelupalstan käyttöä laajennetaan

ja oman infografiikan lähettämisen lisäksi kommentoidaan vähintään yhtä muuta infografiikkaa. Infografiikan tehtävän yhteyteen lisättiin mallisuoritus opetusmateriaalin luomisesta ja esittämisestä infografiikkana, koska muissa tutkimuksissa, kuten Lee & Kim (2014), on huomattu, että kursseille olisi hyödyllistä lisätä esimerkkejä tukemaan tuotoksien laatimista.

Uudistetun infografiikan tehtävänanto on seuraavanlainen:

” Kurssin päättötyönä suunnitellaan ja laaditaan molekyylivisualisointeja hyödyntävää infografiikkaa.

- 1. Lue ensin, mitä infografiikalla tarkoitetaan.*
- 2. Luo sen jälkeen mikä tahansa oppilaille suunnattu kemian tehtävä, jonka suorittamiseen vaaditaan MarvinSketchin käyttöä.*
- 3. Laadi yhden PowerPoint-kalvon mittainen infografiikkaesitys, jolla esität kyseisen tehtävän tiiviisti katsojalle. Kohdeyleisönä on tämän kurssin suorittajat eli kemian opettajat ja tulevat opettajat. Voit käyttää myös jotain muuta esitystyökalua, kuin PowerPointia.*
- 4. Tehtävänannon ja malliratkaisun lisäksi infografiikan pitää sisältää myös pedagoginen näkökulma esim. yhteyksiä OPSiin ja vinkkejä toteutukseen.*
- 5. Infografiikassasi saa olla tekstiä, valokuvia, kuvaajia, mutta erityisvaatimuksena on, että siellä on myös itse tehtyjä molekyylivisualisointeja. Ne voivat olla esim. rakennekaavoja, molekyylimalleja tai pintoja.*
- 6. Tallenna infografiikka kuvana ja lähetä se oheiseen keskustelupalstaan.*
- 7. Kommentoi vähintään yhtä muuta infografiikkaa.*

Tässä moduulissa voit hyödyntää kaikkea oppimaasi.

5.2 Vuorovaikutuksen lisääminen

Kurssin päättötehtävän eli infografiikan yhteyteen tullaan lisäämään vuorovaikutusta ja materiaalin jakoa ongelma-analyysissä havaittujen tarpeiden mukaisesti. Infografiikan sisältöä muuttamalla kemian opetuksen suuntaan, pyritään vastaamaan tarpeeseen ideoiden ja materiaalin jakamisesta. Vuorovaikutusta saadaan lisättyä muuttamalla vähintään yhden

infografiikan kommentointi pakolliseksi. Näin kurssilaisen tulee selailtua muiden tekemiä infografiikoita ja saa itse myös samalla palautetta vertaisiltaan.

5.3 Saavutettavuus

Kurssin uudistamisen yhteydessä päivitettiin kurssin saavutettavuus vastaamaan Helsingin yliopistoakin koskevaa Suomen saavutettavuusdirektiiviä, joka on määrätty laissa (Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019, 7§). Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCin osalta päivitetään otsikoiden muotoilut, lisätään kuvatekstit kuviin ja linkit videoiden tekstityksiin.

5.4 MarvinSketchin versiuudistuksista johtuvat muutokset

MarvinSketchin uusissa versioissa ei ole enää MarvinSpace-lisäosaa, jota käytetään mallinnustehtävissä, joten MarvinSketchin asennusohje päivitettiin kurssiudistuksen yhteydessä. Lisäksi MarvinSketchin lisenssivaatimukset ovat muuttuneet jonkin verran alkuperäisen kurssin ohjeistuksesta, joten asennusohjeen yhteyteen lisättiin ohje myös lisenssivaatimuksista. Kurssipalautteessa esiintyi myös toive MarvinSpace-lisäosan ohjeistuksen tarkentamisesta, joten päivitys vastaa nyt myös tähän tarpeeseen.

6 EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI 2: KEHITTÄMISTUOTOKSEN ARVIOINTI TAPAUSTUTKIMUKSENA

Tässä luvussa käsitellään ensimmäisen kehittämistuotoksen arviointia. Tässä tutkimuksessa arvioitiin kehittämistuotosta laadullisilla tutkimusmenetelmillä tapaustutkimuksen rajoissa. Kehittämistuotoksen arvioinnin perusteella pohditaan tuotoksen jatkokehittämistä. Tämän tutkimuksen tapaustutkimus toteutettiin haastatteleamalla kahta kemian aineenopettajaopiskelijaa, jotka ovat suorittaneet kurssin alkuperäisen version. Haastatteluaineisto analysoitiin teorialähtöisenä sisällönanalyysinä.

6.1 Haastattelu

Haastattelu on yksi laadullisen tutkimuksen yleisimmistä tavoista kerätä aineistoa (Tuomi & Sarajärvi, 2009). Tutkimushaastattelulla on monia eri lajeja, joista on useampia nimityksiä, mutta yksi tapa luokitella haastattelumuotoja on: lomakehaastattelu, teemahaastattelu ja strukturoimaton haastattelu. Lomakehaastattelussa haastattelu tapahtuu strukturoidusti lomakkeen mukaan. Tämä onkin käytetyin haastattelulajeista. Strukturoimaton haastattelu on taas vastakohta lomakehaastattelulle eli on käytännössä keskustelu avoimien kysymysten pohjalta. Teemahaastattelu sijoittuu näiden välimaastoon ja on luonteeltaan puolistrukturoitua. Nimensä mukaisesti teemahaastattelu etenee etukäteen valittujen teemojen mukaan, mutta haastattelukysymyksiä voi esittää eri tavalla ja eri järjestyksessä sekä haastattelutilanteessa voi syntyä avoimempaa keskustelua. (Hirsjärvi & Hurme, 2008)

Tämän tutkimuksen haastattelulajiksi valittiin teemahaastattelu, jonka teemat pohjautuvat teoreettiseen viitekehykseen sekä kurssin rakenteeseen. Teemahaastattelun avoimuus kuitenkin mahdollistaa avoimen keskustelun ja vastausten tarkentamisen.

Tämän tutkimuksen teemahaastattelu toteutettiin ryhmähaastatteluna. Ryhmähaastattelu tuottaa monipuolista tietoa vapaamuotoisen keskustelun kautta, jossa haastattelijan rooli on ohjata keskustelua teemojen mukaisesti (Hirsjärvi & Hurme, 2008). Ryhmähaastattelua on käytetty pedagogisissa hankkeissa, jonka perusteella haastattelumuoto valittiin MOOC-kurssin kehittämistutkimukseen.

Haastateltavien määrä riippuu tutkimuksesta, mutta yleensä haastateltavia pitäisi olla sen verran, että aineisto alkaa saturoitua eli uutta tietoa ei tule esille (Hirsjärvi & Hurme, 2008). Haastattelun heikkoudet liittyvät ajankäyttöön ja haastattelu on yksi aikaa vievimmistä aineistonkeruumuodoista (Tuomi & Sarajärvi, 2009). Tästä syystä tämän maisterintutkielman puitteissa haastateltavia on vähemmän kuin normaalisti. Haastattelu toteutetaan kuitenkin

ryhmähaastatteluna, jolloin avoimen keskustelun kautta tavoitteena on saada syvällisempää tietoa kehittämistuotoksen arviointiin. Haastatteluun myös valittiin haastateltavat erilaisista taustoista eli sekä kentällä olevia opettajia että aineenopettajaopiskelijoita, jotta haastattelu antaa tietoa kummastakin näkökulmasta, koska MOOC on suunnattu kummallekin vastaanottajalle.

Haastattelun suunnittelussa ja toteutuksessa pitää ottaa huomioon haastattelun eettiset periaatteet. Eettisesti hyväksyttävä haastattelu perustuu suostumukseen, avoimeen informaatioon, luottamuksellisuuteen ja yksityisyyteen. (Hirsjärvi & Hurme, 2008) Informaatio on tärkeä osa haastatteluprosessia ja haastateltaville on aiheellista antaa teemat, haastattelukysymykset ja mahdollinen muu materiaali etukäteen tutustuttavaksi. Tässä tutkimuksessa haastateltaville annetaan haastattelun teemat, kysymykset ja kuvakaappaukset kurssin muutoksista tutustuttavaksi etukäteen. Alkuperäiseen kurssiin haastateltavilla oli vapaa pääsy.

6.1.1 Haastattelun toteutus

Tutkimuksessa haastateltiin alkuperäisen kurssin suorittajia, jotta he pystyvät kommentoimaan kurssiin tehtyjä muutoksia oman kokemuksen pohjalta. Näin tutkimuksessa saadaan tietoa, miten juuri uusi kurssi sopii sen kohderyhmälle verrattuna alkuperäiseen. Perustietona haastateltavista kysyttiin, onko valmistunut opettaja vai vielä opiskelijana ja mikä on opetusvuosien tai opiskeluvuosien määrä, koska nämä tekijät voivat vaikuttaa haastateltavien ajatuksiin kurssin sisällöstä. Taulukossa 7 on esitetty haastateltavien perustiedot.

Taulukko 7. Haastateltavien perustiedot

Haastateltava	Opettaja / opettajaopiskelija	Opetusvuodet / opiskeluvuodet
Henkilö 1	Opettajaopiskelija	5 vuotta
Henkilö 2	Opettajaopiskelija	2 vuotta

Haastateltaviin otettiin yhteyttä sähköpostin välityksellä, koska tutkimusluvan antaneet ovat antaneet yhteystiedokseen sähköpostin. Ryhmähaastattelu järjestettiin 18.3.2021 ja se toteutettiin etäyhteydellä videopuheluna, joka tallennettiin litterointia varten. Haastattelun litteraatti analysoidaan luvussa 6.

Haastattelun teemat muodostuivat kehittämistarpeista, jotka pohjautuvat TPACK-teoriaan ja ongelma-analyysiin. Teemojen tueksi luotiin ennen haastattelua apukysymyksiä,

jotka johdattelevat keskustelua teemojen sisällä. Ryhmähaastattelussa kuitenkin kannustetaan avoimeen keskusteluun haastateltavien välillä. Alla on listattu haastattelun teemat apukysymyksineen:

TPACK-pohjainen kurssirakenne

- Onko TPACK-teoriaa tarpeeksi?
- Ymmärrätkö, mihin kurssin rakenne pohjautuu?
- Mitä mieltä olet TPACK-osion itsearvioinnista?

Infografiikan tehtävänanto

- Oliko alkuperäinen vai nykyinen tehtävänanto mieluisampi? Perustele.
- Tarvitseeko tehtävän suorittamiseen lisätukea?

Vuorovaikutus

- Koetko infografiikoiden kommentoinnin tärkeäksi?
- Pitäisikö kurssilla olla enemmän vuorovaikutusta?

6.2 Aineiston analyysi

Haastattelun jälkeen aineisto litteroitiin, jotta aineistoa voi kuvailla. Haastattelun analysointi koostuu aineiston kuvauksesta, luokittelusta ja yhteyksien etsimisestä (Hirsjärvi & Hurme, 2008). Luokittelu ja yhteyksien löytäminen tehtiin analysoimalla haastattelun litteraatti teorialähtöisen sisällönanalyysin keinoin samankaltaisesti kuin empiirisessä ongelmanalyysissä kurssitehtäviä ja oppimispäiväkirjan vastauksia (ks. luku 4.2).

Haastatteluanalyysia ohjasi Tanakin (2018) TPACK-pohjaisen kurssirakenne sekä Hodgesin ym. (2016) suositukset opettajille suunnatuista MOOCeista. Haastattelun teemat oli myös muodostettu näistä teorioista, joiden pohjilta oli myös tehty kurssin uudistukset. Haastatteluaineistosta kerättiin asiat, jotka kuuluivat valittuun analyysirunkoon.

6.3 Tulokset

Tässä luvussa käsitellään haastattelun analysoinnin tuloksia ja vastataan toiseen tutkimuskysymykseen ”Millaisia käsityksiä kurssin suorittajilla on uudistetusta Molekyyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCista?”. Ensin esitetään haastateltavien

ajatuksia Tanakin (2018) mukaan tehdystä TPACK-pohjaisesta kurssirakenteesta. Tulokset on luokiteltu TPACK-pohjaisen kurssirakenteen mukaisesti ensimmäiseen, toiseen ja kolmanteen vaiheeseen sekä yleisesti TPACK-pohjaiseen rakenteeseen. Näistä luokista kerrotaan alkuperäisen kurssin suorittaneiden näkemyksiä muutosten toimivuudesta. Tämän jälkeen esitetään heidän ajatuksiansa Hodgesin ym. (2016) mukaan tehdyistä muutoksista kurssiin. Tässäkin tulokset on luokiteltu kurssi uudistusten mukaan, joita ovat vuorovaikutus, tehtävien relevanttius ja pedagoginen hyöty. Vastaavasti näistä tarkastellaan alkuperäisen kurssin suorittaneiden näkemyksiä muutosten tai uudistusten toimivuudesta.

Kokonaisuudessaan uudistettu kurssi vaikutti kummankin haastateltavan mukaan hyvältä.

”Mun mielestä tää vaikutti tää uus uus tota kurssi niin tosi hyvältä. Hyviä lisäyksiä laitettu ja niin kun hyödyllisiä.” (H1)

”Joo, mun mielestä kurssista tuli nyt niin kun ehkä vähän ehjempi kokonaisuus kaikin puolin ja hyvä, ettei niinku koko kurssia lähdetty uusimaan vaan et tietty ne hyvät asiat mitä siinä kurssissa oli ni tietenki jäi ja sitte tuotiin vähän sitä syvyyttä siihen kurssin. Tää vaikuttaa oikeen oikeen hyvälle.” (H2)

Kehitysehdotukset kohdentuivat kummaltakin TPACK-mallin esittelyyn ja sen tuomiseen esille tehtävänannoissa sekä kommentointiin. Kumpaakaan ei koettu suoraan välttämättömäksi kehityksen kohteeksi, mutta ajattelivat, että näiden osien kehittäminen voisi mahdollisesti olla hyödyllistä.

6.3.1 TPACK-pohjainen kurssi

Alkuperäisen kurssin suorittajat kokivat TPACK-pohjaisen kurssirakenteen hyödylliseksi, mutta antoivat myös jonkin verran kehitysideoita. Taulukkoon 8 on koottu haastateltavien näkemyksiä TPACK-pohjaisen kurssin vaiheista.

Taulukko 8. Kemian aineenopettajaopiskelijoiden näkemyksiä TPACK-pohjaisesta kurssista

Tanakin kurssirakenteen ulottuvuus	Hyvää	Kehitettävää
Yleisesti TPACK-pohjainen rakenne	Tehtävien yhteyteen merkityt TPACK-mallin ulottuvuudet auttavat ymmärtämään, mitä harjoitellaan. Motivoi, kun tietää, miksi harjoitellaan.	Tehtävien yhteydessä olevat TPACK-mallin lyhenteiden avaaminen sanallisesti.
Ensimmäinen vaihe: Esitellään TPACK	Auttaa ymmärtämään, mitä on tulossa. Pääsee orientoitumaan, mitä pitäisi oppia.	TPACK-mallin avaaminen laajemmin.
Toinen vaihe: Kehitetään TK, TCK, TPK	Antaa hyvän pohjan TPACKia varten.	
Kolmas vaihe: Kehitetään TPACK	Otettu huomioon TPACKin kaikki ulottuvuudet. Ei ole liian haastava.	

Yleisesti TPACK-pohjainen kurssi nähtiin positiivisena uudistuksena, mikä lisää motivaatiota ja kiinnostusta suorittaa harjoituksia, kun on kerrottu, miksi niitä tehdään.

”--tohon on otettu toi TPACK-malli niin se ohjaa oppimista aika hyvin et sit on aika selkee itselle, mitä tässä nyt sitten oikeen kehitetään.” (H2)

”Koska ainakin itsellä motivaatiota enemmän keskittyä sen teorian ja harjoituksen oppimiseen, jos mä tiedän minkä takia mä teen jotain eikä sen no tässä on tälläinen tehtävä, tee se.” (H2)

Haastateltavat kuitenkin pohtivat, ovatko tehtävien yhteyteen merkityt TPACK-mallin lyhenteet tarpeeksi selkeitä ja heiltä olikin mennyt ohi TPACK-osiossa kerrottu ohjeistus. He ehdottivat, että jokaisen tehtävän yhteyteen voisi kirjoittaa sanallisesti, mitä TPACKin osaluetta kehitetään kirjainlyhenteiden sijaan.

”Mä vaan mietin sitten, että muistaako opiskelijat, että mitä se TK on ja mitä ne muut lyhenteet on? En mä tiedä et onks siitä hyötyä, jos kirjottais jokaisen tehtävän yhteyteen tässä tehtävässä kehitetään teknologista osaamista.” (H1)

Ensimmäinen vaihe eli TPACKin esittely koettiin pääosin selkeäksi. Mallikuvat TPACKista ja TPACKin sijoittumisesta kurssin tehtäviin olivat kummankin haastateltavan mielestä hyödylliset. Toisella haastateltavista ei ollut ennakkoon tietoa TPACK-mallista, mutta koki silti saavansa tarpeeksi tietoa TPACKin teoriasta.

”-- toi kurssin rakenne on mun mielestä kiva lisä siihen niin sitten pääse vähän orientoitumaan et mitä kurssilla tulee tapahtumaan ja mitä sen kurssin niinku tehtävänä on opettaa meille.” (H2)

” Toi on tosi hyvä että tossa on noita kuvaajia tai et on toi TPACK-mallikuva ja sit on toi vielä et missä sä oot selittänyt sen et mitä tehtäviä siellä tulee olemaan eli tää just tää kurssin rakenne kuva. Ne on tosi selkeet ja auttaa niinku tekijää, kurssin tekijää ymmärtämään et mitä sielt on tulossa.” (H1)

” Mullehan tää TPACK on aivan, mä en oo tästä ennen kuullut. Mutta kyl mä mun mielestä koen, että näiden tietojen avulla, mitä tässä näytetään, pääsen jyvälle, että mitä se TPACK tarkoittaa.” (H2)

Vaikka TPACKin esittely koettiin hyväksi sellaisenaankin, pohtivat haastateltavat, voisiko TPACKin ulottuvuuksia kuitenkin vielä avaamaan enemmän, mitä ne tarkoittavat.

” Mutta et tota pystyiskö näitä niinku jotenkin vaikka et mitä on esimerkiksi teknologis-pedagoginen sisältötieto. Pystyiskä niitä avaamaan vielä pikkasen enemmän?” (H1)

Toinen vaihe eli TK:n TCK:n ja TPK:n kehittäminen oli haastattelussa pienemmällä huomiolla, koska niitä kehitteviin tehtäviin ei tehty mitään muutoksia kurssin uudistamisen yhteydessä. Haastateltavat kuitenkin kokivat toisen vaiheen tehtävät hyödylliseksi lopputehtävää ajatellen.

”-- se tarvii sen hyvän pohjan, että pystyy tekee TPACKin niinku sitä korkeinta vaihetta—” (H1)

Kolmas vaihe eli TPACKin kehittäminen koettiin tarpeeksi yksinkertaiseksi, jotta sen voi suorittaa. Vaikka tämän tasoista tehtävää ei ollut alkuperäisellä kurssilla, kumpikaan haastateltavista ei kokenut tehtävänantoa liian haastavaksi.

”Ööö no itse ainakin koen kyllä, että näin viimeistä vuotta opiskelevana tää ois ihan luontevaa tehdä ja kuitenkin millä muulla tahansa kurssilla etsitään yhteyksiä opetussuunnitelmaan ja mietitään, mietitään sitä niinku pedagogista näkökulmaa. Omasta mielestä ihan mahdollista toteuttaa.”
(H1)

”-- mun mielestä kyllä tää niinku jo tällee ömm ei nyt tuoreempana opiskelijana vaan alemman tason opiskelijana myös olis ihan suoritettavissa oleva tehtävä.” (H2)

6.3.2 Muut kurssin muutokset

TPACK-pohjaisen kurssinrakenteen lisäksi kurssiin tehtiin muutamia muita uudistuksia Hodgesin ym. (2016) ehdotusten mukaisesti. Haastatteluaineistosta kerättiin kemian aineenopettajaopiskelijoiden näkemyksiä uudistusten toimivuudesta, mitkä on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Kemian aineenopettajien näkemyksiä muista kurssin uudistuksista

Hodgesin ehdotus opettajalle suunnatusta MOOCista	Hyvää	Kehitettävää
Vuorovaikutus	Kiva, koska harvoin MOOCeilla vuorovaikutusta muiden opiskelijoiden kanssa. Kurssin ohjaajan kommentit infografiikkaan. Ei liikaa kommentointia. Tulee katsottu muiden tekemiä töitä.	Infografiikoiden kommentointi voi olla haastavaa. Ohjeistusta voisi lisätä.
Tehtävän relevanttius	Infografiikkaa voi itse hyödyntää opetuksessa tulevaisuudessa.	
Pedagoginen hyöty	Materiaalipankin täydentäminen.	

Vuorovaikutuksen lisääminen koettiin positiivisena, koska haastateltavat kokivat, että normaalisti MOOCeilla ei ole vuorovaikutusta muiden kanssa.

”mm no kyllähän se on aina kiva saada sitä vuorovaikutusta lisää lisää noille kursseille, et harvoin noilla MOOC-kursseilla kuitenkaan sitten tulee vuorovaikutettua muiden opiskelijoiden kanssa.” (H1)

Toinen haastateltavista nosti esille vuorovaikutuksen tärkeyden kurssin opettajan kanssa, minkä hän oli alkuperäisellä kurssilla kokenut hyödylliseksi.

” --tällä edellisellä kurssilla oli tosi kiva, kun sai tältä kurssin pitäjältä kommentteja tähän sun työhön-- ” (H2)

Jonkin verran haastateltavat kuitenkin kokivat kommentoinnin vuorovaikutusmuotona haastavaksi. Kummatkin kemian opettajaopiskelijat ajattelivat, että voi olla vaikeaa keksiä kommentoitavaa muiden tuotoksista. He pohtivat, voisiko kommentointiin lisätä ohjeistusta, mutta samalla miettivät, muuttaako se liikaa kommentoinnin vertaisarvioinnin puolelle.

” Toisaalta kiva vuorovaikutusta on tullu lisää, mut sit on tosi vaikee keksii sitä palautetta tuntemattomalle tyypille. ” (H1)

” --voisko siihen saada ehkä jotain niinku ohjeistusta, emmä tiedä, muuttaako se sitte tota niinku ton kommentoinnin luonnetta liikaa, että jos siihen laitta ohjeistuksen, kommentoi vähintään näitä asioita tai että voit katsoa vaikka rakennetta, onko siinä nyt kaikki nämä asiat laitettu, mitä tehtävänannossa on määritetty. ” (H1)

Uudistettu infografiikan tehtävänanto koettiin hyödylliseksi, koska tehtävä liittyy omaan työhön ja tehtävää pystyy itse hyödyntämään.

”No mun mielestä tää uus infografiikka tehtävä on paljon relevantimpi opettajaopiskelijalle ja kentällä oleville opettajille, koska tää juurikin ohjaa siihen, että miten mä voin itse hyödyntää tätä MarvinSketchiä omassa työssäni. ” (H1)

Haastateltavat kokivat saavansa pedagogista hyötyä uudesta kurssista ja sen uudesta infografiikka-tehtävästä, joka täydentää omaa materiaalipankkia.

” Ja mun mielestä tää on just kiva, että opiskeltaessa tulis siihen omaan materiaalipankkin tulis lisää tavaraa, mitä vois sit myöhemmin kentällä hyödyntää. ” (H2)

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa pohditaan tavoitteiden saavuttamista tutkimuskysymyksiensä pohjalta. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCia kemian opettajille ja opettajaopiskelijoille, jotta heidän olisi helpompi integroida MarvinSketch opetukseen. Tulokset jakautuvat tutkimuskysymyksittäin ongelma-analyyseihin ja kehittämistuotoksen esittelyyn sekä kehittämistuotoksen arviointiin. Tuloksia verrataan aiempaan tutkimustietoon. Lisäksi tässä luvussa tarkastellaan tutkimuksen merkittävyyttä, luotettavuutta sekä jatkotutkimustarpeita.

7.1 MarvinSketchin omaksumista tukeva MOOC (TK 1)

Tässä luvussa vastataan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Luvussa tarkastellaan minkälainen MOOCin pitäisi olla, jotta se tukisi kurssin suorittamista ja MarvinSketchin integroimista opetukseen sekä miten alkuperäistä kurssia kehitettiin näiden tietojen pohjalta.

Verkkokurssien merkitys tuskin vähenee tulevaisuudessa. Opettajat joutuvat varmasti jatkossakin omaksumaan uusia opetusteknologioita nopealla aikataululla. Tämänhetkinen pandemian aiheuttama etäopiskelu sekä muutama vuosi sitten toteutettu MarvinSketchin valinta kemian ylioppilaskirjoituksiin ovat hyviä esimerkkejä, millaisiin äkillisiin tilanteisiin opettajat voivat joutua uuden teknologian osalta. Kemian ensimmäinen sähköinen ylioppilaskoe järjestettiin syksyllä 2018 ja tieto kokeessa käytettävästä molekyylimallinnusohjelmasta annettiin keväällä 2017. Teknologian nopea kehittyminen vaatii opettajilta jatkuvaa oppimista, jottei jää jälkeä (Mishra ym., 2009). Tulevaisuudessa todennäköisesti korostuu Mishran ym. (2009) ajatus, että yksittäisten teknologisten taitojen oppiminen ei riitä vaan pitää pystyä nopeastikin integroimaan opetukseen uusia ohjelmia. Tässä opettajankoulutuslaitokset voivat olla opettajien tukena tarjoamalla koulutuksia, jotka ovat ensinnäkin helposti saatavilla eli esimerkiksi MOOCeja. Toisekseen koulutukset olisi suotavaa suunnitella opettajille eli ottaa esimerkiksi Hodgesin ym. (2016) suositukset huomioon. Kolmanneksi opetusteknologiaan keskittyvillä kursseilla olisi hyvä harjoitella yleisesti teknologian integroimista opetukseen erilaisten pedagogisten mallien avulla, kuten Koehlerin ja Mishran (2006) TPACK-mallia hyödyntäen.

Sekä opettajille ja opettajaopiskelijoille suunnatuista MOOCeista että opetusteknologian integroimisesta opetukseen löytyy aiempaa tutkimustietoa. Näiden tietojen pohjalta voidaan suunnitella opettajille ja opettajaopiskelijoille MOOC teknologian integroimisesta opetukseen. Aiempien tutkimusten pohjalta tulisi kiinnittää huomiota, että MOOC on pedagogisesti

hyödyllinen, yhteisöllinen, helposti saatavilla, todellisiin tilanteisiin perustuva ja todistuksen antava (Hodges ym., 2016). Näiden huomioiminen ovat keinoja puuttua MOOCien ongelmiin, kuten alhainen suoritusprosentti (Breslow ym., 2013) ja vuorovaikutus (Laurillard, 2016). Huoli MOOCien pedagogiikan puutteesta (Pence, 2013) ja kemian opettajien kaipaama tuki MarvinSketchin integroimiseen opetukseen (Lindholm, 2020) voidaan taas ottaa huomioon TPACK-pohjaisella kurssirakenteella.

Tämän tutkimuksen kehittämistuotos toimii yhtenä esimerkkinä opettajille ja opettajaopiskelijoille suunnatusta MOOCista, jossa on otettu huomioon teknisten taitojen harjoittelun lisäksi teknologian integroiminen opetukseen (TPACK-pohjainen kurssirakenne).

MOOCien keskimääräinen suoritusprosentti on vain noin 10 % kursseille ilmoittautuneista (Breslow ym., 2013). Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCin suoritusprosentti on kuitenkin 22 %, mikä voi johtua siitä, että kurssi on valinnainen yhden opintopisteen osasuoritus kemian aineenopettajien kandidaatin tutkinnon pakollisella Aineenopettajan digitaaliset työkalut II -kurssilla. Melko korkea suoritusprosentti keskimääräiseen MOOCien suoritusprosenttiin verrattuna tukee Hodgesin ym. (2016) päätelmää, että opettajat saattaisivat todennäköisemmin suorittaa kurssin loppuun. Kurssipalautteen mukaisesti kaikki kurssin suorittajat kokivat kurssin toteutuksen verkkokurssina mielekkääksi eikä kukaan kokenut, että kurssi ei olisi ollut itselleen hyödyllinen (ks. luku 4.3). Näin ollen kurssi uudistamisen lähtötilanne oli jo hyvä eikä mittaville uudistuksille ollut tarvetta. Sen sijaan tehtiin pieniä uudistuksia aiemman tutkimustiedon pohjalta, joita ei ollut otettu huomioon, kun alkuperäinen pilottiversio kurssista julkaistiin. Oppimispäiväkirjojen vastausten analysoinnin perusteella kurssin suorittajat hallitsivat alkuperäisen kurssin tehtävänannot, joten kurssin haastavuutta pystyttiin hieman lisäämään.

Hodgesin ym. (2016) kuusi suositusta opettajille suunnatuista MOOCeista otettiin osittain huomioon kurssin kehittämisen aikana. Uuteen kurssiin lisättiin aito opettajan työhön liittyvä tehtävä, koska myös kurssipalautteesta ilmeni tarpeita tälle. Lisäksi Hodgesin ym. (2016) mukaisesti kurssille lisättiin vuorovaikutusta ja pedagogista hyötyä, joille ilmeni tarpeita myös kurssipalautteesta sekä Lindholmin (2020) tuloksista. Hodges ym. (2016) ehdottavat myös, että kurssiin sisältö pitäisi olla helposti saatavilla sekä kurssin aikana että myös suorittamisen jälkeen. Tähän ei tarvinnut tehdä muutoksia, koska alkuperäisen kurssin sisältö oli helposti saatavilla, mitä kurssipalautteesta saatu tieto tuki.

Aiemmassa tutkimuksessa oltiin havaittu, että kemian opettajat kaipaavat lisää kokonaisvaltaista pedagogista tukea MarvinSketchin integroimiseksi omaan kemian

opetukseen eli TPACK-mallin mukaisesti (Lindholm, 2020). Tämän pohjalta selvitettiin, miten TPACK-mallia on hyödynnetty opettajille tai opettajaopiskelijoille suunnatuilla kursseilla tukemaan teknologian omaksumista. TPACK-mallin käyttämisestä kurssin suunnittelussa tai jopa kurssin rakenteena on havaittu positiivisia kokemuksia (esim. Blonder ym., 2013; Doering ym., 2009; Durdu & Dag, 2017; Tokmak ym., 2013). Kaikissa näissä tutkimuksissa kannustettiin TPACK-pohjaisten kurssien suunnittelua, minkä takia Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -kurssia lähdettiin uudistamaan Tanakin (2018) TPACK-pohjaisen kurssirakenteen kautta (ks. kuva 6 luvussa 5.1).

7.2 Alkuperäisen kurssin suorittaneiden käsityksiä uudistetusta kurssista (TK2)

Kemian aineenopettajaopiskelijat kokivat uudistetun kurssin muutokset positiivisina. Kurssin uudistettu rakenne TPACK-mallin mukaisesti ymmärrettiin ja se koettiin motivoivaksi ja kiinnostavaksi. Erityisesti motivaatioon vaikutti tieto, miksi jotain harjoitusta tehdään. Tulos vastaa Doeringin ym. (2009) tutkimuksen tuloksia, minkä mukaan opettajat kokevat TPACK-pohjaisen kurssin hyödylliseksi ja motivoivaksi.

Kurssin vaiheet TPACK-mallin mukaisesti koettiin tasapuolisiksi ja tehtävänannot vastasivat haastateltavien mukaan sitä, mitä kurssirakenteessa oli luvattu. Uusi alkuperäiseen kurssiin verrattuna haastavampi TPACK-tason tehtäväkin koettiin helposti suoritettavaksi, joten Tanakin (2018) mukainen TPACK-pohjainen kurssirakenne vaikuttaa toimivalta. Haastattelun perusteella selvisi, että TPACK-mallin teoriaa voisi avata hieman enemmän ja tätä tullaan käsittelemään jatkotutkimustarpeiden yhteydessä luvussa 7.5.

Vuorovaikutuksen lisääminen kommentoimalla koettiin tavallaan hyödylliseksi, koska silloin tulee katsottua muiden tekemiä töitä, mutta samaan aikaan kommentointi koettiin haastavaksi ja hieman raskaaksi. Tämä on hieman ristiriidassa Hodgesin ym. (2016) MOOCien suositusten kanssa, joiden mukaan vuorovaikutusta ja yhteistyötä pitäisi lisätä opettajille suunnattuihin MOOCeihin, mikä lisää opettajien todennäköisyyttä suorittaa kurssi loppuun. Tässä tulokseen voi vaikuttaa, että haastateltavat olivat kemian aineenopettajaopiskelijoita, kun taas Hodgesin ym. suositukset on tarkoitettu jo valmistuneille opettajille. Haastattelusta ilmeni kuitenkin, että kommentointiin voisi lisätä ohjeistusta, mikä voisi vähentää kommentoinnin kuormittavuutta. Tätä pohditaan jatkotutkimustarpeiden yhteydessä luvussa 7.5.

Kurssin pedagoginen hyöty ja uuden lopputehtävän relevanttius koettiin suuremmaksi kuin alkuperäisellä kurssilla, koska lopputehtävän uusi tehtävänanto liittyi omaan opetukseen

ja tehtävän tekeminen täydentää omaa materiaalipankkia, jota voi tulevaisuudessa hyödyntää omassa työssään. Haastateltavat siis kokivat Hodgesin ym. (2016) suositusten mukaan tehdyt muutokset pedagogisesta hyödystä ja tehtävien perustumisen aitoihin tilanteisiin hyödylliseksi itselleen.

Vaikka kurssin tehdyt muutokset olivat pieniä, sekä Tanakin (2018) TPACK-pohjainen kurssirakenne että Hodgesin ym. (2016) suositusten pohjalta tehdyt kehittämistoimet kurssiin saivat positiivista palautetta alkuperäisen kurssin suorittajilta. Haastateltavien käsitykset motivaation ja pedagogisen hyödyn kasvamisesta tukee aiempien tutkimusten tuloksia (esim. Tokmak ym., 2013), että TPACK-pohjainen rakenne on yksi keino tukea teknologian integroimista opetukseen. Näiden tulosten pohjalta voi suositella kehittämään opetusteknologiaan liittyviä kursseja TPACK-mallin pohjalta sekä tarkastelemaan, täyttääkö kurssi Hodgesin ym. (2016) suosituksia.

7.3 Kehittämistuotos 2

Tässä luvussa täydennetään vastausta ensimmäiseen tutkimuskysymykseen toisen tutkimuskysymyksen tulosten pohjalta. Edelsonin (2002) kehittämistutkimusmallin mukaan kehittämistutkimus koostuu useista sykleistä, joissa kehittämistuotosta arvioidaan ja sen pohjalta taas kehitetään. Tämän maisterintutkielman puitteissa kokonaisia syklejä tehtiin vain yksi ja toinen sykli osittain eli kehittämistuotoksen arvioinnin pohjalta kurssiin tehtiin vielä pieniä muutoksia, jotka esitellään tässä luvussa. Näitä muutoksia ei enää arvioitu empiirisesti.

Haastattelun pohjalta nousi yksi selkeä kehitysehdotus, mikä kannatti korjata ennen kurssin julkaisua. Haastateltavat kokivat, että tehtävän yhteyteen merkitty TPACK-mallin lyhenne voi mennä ohi ja ehdottivatkin, että tehtävän alkuun voisi kirjoittaa sanallisesti, mitä TPACK-mallin ulottuvuutta kehitetään. Kurssitehtävien ohjeistusten alkuun siis lisättiin lause täydentämään esimerkiksi ”Harjoitus 1: MarvinSketchin asentaminen (TK)” -tehtävän alle kirjoitettiin ” Tässä osiossa kehitetään TPACK-mallin mukaista teknologista osaamista (TK)”. Lyhenteet kirjoitettiin auki kuitenkin vain yhden kerran eli seuraavan tehtävän yhteyteen, missä kehitetään vain teknologista osaamista (TK), jätettiin pelkkä lyhenne.

Muita pieniä haastattelussa nousseita kehitysideoita ei toteutettu tämän tutkimuksen puitteissa, koska niiden arviointi vaatii jatkotutkimusta, jota käsitellään tarkemmin luvussa 7.5. Kehittämistuotos 2 eli julkaistu kurssiversio on nähtävillä osoitteessa: <https://mooc.helsinki.fi/course/view.php?id=405>.

7.4 Tutkimuksen luotettavuus

Laadullisessa tutkimuksessa ei ole yhtä päteviä luotettavuuden kriteereitä kuin määrällisessä tutkimuksessa esim. validiteetti ja reliabiliteetti. Yksi ongelma luotettavuuden tarkastelun käsitteissä on niiden tulkinta, varsinkin suomen kielessä. Luotettavuuden lisäksi laadullisessa tutkimuksessa pitäisikin tarkastella myös puolueettomuutta, vaikka onkin myönnetty sen olevan haastavaa. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Andersonin ja Shattuckin (2012) mukaan tutkimuksellisessa kehittämistutkimuksessa yhdistellään lähes aina useita menetelmiä. Akateemisissa kontekstissa tästä puhutaan usein triangulaationa. Triangulaatio on yksi tapa lisätä tutkimuksen luotettavuutta yhdistämällä erilaisia metodeja, tutkijoita, teorioita tai tiedonlähteitä, jolloin tutkimuksen näkökulma laajenee (Tuomi & Sarajärvi, 2009). Tässä tutkimuksessa yhdisteltiin useita tutkimusaineistoja, joita kaikkia analysoitiin laadullisin menetelmin. Kehittämistuotoksen arvioinnissa luotettavuutta olisi voitu kasvattaa triangulaatiolla, jos olisi haastateltu aineenopettajaopiskelijoiden lisäksi myös kentällä olevia opettajia. Tähän tutkimukseen ei kuitenkaan saatu opettajia haastateltavaksi.

Vaikka laadulliselle tutkimukselle ei ole yhtä tarkkaa luotettavuuden mittaria, luotettavuuteen voidaan pyrkiä esittämällä tutkimuksen vaiheet mahdollisimman tarkasti ja ymmärrettävästi. Olennaista laadullisessa tutkimuksessa on esittää, miten tutkija on päätenyt johtopäätöksiinsä. Toisin sanoen laadullisen tutkimus täytyy olla menetelmällisesti läpinäkyvää. (Hirsjärvi & Hurme, 2008) Tässä maisterintutkielmassa siihen on kiinnitetty erityistä huomiota.

Myös aineiston keruun menetelmä ja tekniikka vaikuttavat tutkimuksen luotettavuuteen (Tuomi & Sarajärvi, 2009). Haastattelutilanne pyrittiin järjestämään niin, että haastatteluaineistosta saadaan mahdollisimman luotettavaa. Ryhmähaastattelussa haastattelija varmisti, että kumpikin haastateltava saa sanoa sanottavansa jokaiseen kysymykseen. Avoin keskustelu haastateltavien kesken lisää tutkimuksen puolueettomuutta, kun haastattelijan ohjaava vaikutus pienenee. Ryhmähaastattelun etuja onkin haastateltavien yhteisen pohdinnan ja mielipiteen muodostuminen (Hirsjärvi & Hurme, 2008). Lisäksi ryhmähaastattelu tallennettiin ja litteroitiin sanatarkasti sisällönanalyysia varten.

7.5 Tutkimuksen merkittävyys ja jatkotutkimustarpeet

Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOC on suunnattu sekä kemian aineenopettajaopiskelijoille että kemian opettajille. Opettajille suunnatuista MOOCeista on

kuitenkin vain vähän tutkimustietoa eikä monia MOOCeja ole suunnattu opettajille (Hodges ym., 2016; Kaul ym., 2018), minkä takia MOOCien tutkiminen ja kehittäminen kannattaa. Lisäksi Baynen ja Rossin (2014) mukaan, MOOCien pedagogiikka ei ole saanut tarpeeksi suurta huomiota, joten olemassa oleviakin MOOCeja kannattaa kehittää uusien tutkimustulosten pohjalta. Verkkokurssien kehittämisestä tulee myös koko ajan tärkeämpää, koska niiden määrä kasvaa jatkuvasti (Allen & Seaman, 2014). Tämän tutkimuksen kehittämistuotos toimii yhtenä esimerkkinä, miten MOOCien pedagogiikkaa voi huomioida.

Jatkokehittämisessä uutta kurssiversioita voisi tutkia uusien suorittajien näkökulmasta. Näin saataisiin tietoa esimerkiksi kommentointitehtävän haastavuudesta, mikä nousi esille haastattelussa. Kommentointia ja yleisesti vuorovaikutusta MOOCeilla olisi syytä tutkia lisää, koska niin kuin Laurillard (2016) sanoi, alhainen vuorovaikutus on yksi MOOCien ongelma. Tässä tutkimuksessa huomattiin kuitenkin, että vuorovaikutuksen lisääminen MOOCiin on myös haasteellista, koska aluksi kurssia kehittäessä vuorovaikutusta kaivattiin kurssipalautteen perusteella, mutta kun kommentointia lisättiin, se koettiin haastattelussa jopa raskaaksi. Kommentointia ei tämän tutkimuksen aikana muutettu lisää, koska kemian aineenopettajaopiskelijat kuitenkin kokivat alkuperäisellä kurssin pitäjältä saadut kommentit arvokkaana eli opettajaopiskelijoiden käsitys voisi olla erilainen sen jälkeen, kun uudistetun kurssitehtävän olisi itse tehnyt ja saanut muilta opiskelijoilta kommentteja. Tässä tutkimuksessa haastateltavat olivat suorittaneet alkuperäisen kurssin ja heille vain esiteltiin uusi kurssi. Pienessä mittakaavassa kurssin palautelomakkeeseen voisi lisätä kysymyksen kommentointitehtävästä ja päättää tehtävän jatkosta, kun siitä on saanut palautetta.

Mielenkiintoista olisi tutkia kemian aineenopettajaopiskelijoiden tai opettajien TPACK-kehitystä MarvinSketchin osalta. Schmidt ym. (2009) ovat kokeilleet TPACK-kyselyä mittaamaan opettajien kehitystä eri TPACKin ulottuvuuksilla opettajakoulutuksen aikana. Vastaavaa voisi kokeilla Molekyylimallinnus kemian opetuksessa -MOOCin yhteydessä, koska kurssi on nyt kehitetty TPACK-mallin pohjalta. Kurssin suorittajat täyttäisivät kyselylomakkeen ennen ja jälkeen kurssin. Näin saataisiin tietoa, millainen vaikutus kurssilla on.

LÄHTEET

- Aksela, M., & Perna, J. (2013). Kehittämistutkimus pro gradu -tutkielman tutkimusmenetelmänä. Teoksessa *Kehittämistutkimus opetusalaalalla*. PS-kustannus.
- Allen, I. E., & Seaman, J. (2014). Grade Change: Tracking Online Education in the United States. Teoksessa *Babson Survey Research Group*. Babson Survey Research Group.
<https://eric.ed.gov/?id=ED602449>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
<https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Bayne, S., & Ross, J. (2014). *The pedagogy of the Massive Open Online Course (MOOC): The UK view* / *Advance HE*. Higher Education Academy. <https://www.advance-he.ac.uk/knowledge-hub/pedagogy-massive-open-online-course-mooc-uk-view>
- Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z., Benny, N., Rap, S., & Sakhnini, S. (2013). Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 269–285.
<https://doi.org/10.1039/C3RP00001J>
- Breslow, L., Pritchard, D. E., Deboer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., & Seaton, D. T. (2013). Studying Learning in the Worldwide Classroom: Research into edX's First MOOC. *Research & Practice in Assessment; Lynchburg*, 8.
<http://search.proquest.com/docview/1505317224/abstract/4A59A9FF6F1E4765PQ/1>
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Carbone, N. (2014). Here a MOOC, There a MOOC. Teoksessa *Invasion of the MOOCs The Promise and Perils of Massive Open Online Courses* (ss. 193–203). Parlor Press.

- Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. Teoksessa *New Directions in Educational Technology* (ss. 15–22). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Cox, S., & Graham, C. R. (2009). Diagramming TPACK in Practice: Using an Elaborated Model of the TPACK Framework to Analyze and Depict Teacher Knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60–69. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0327-1>
- Dede, C. (2004). If Design-Based Research is the Answer, What is the Question? A Commentary on Collins, Joseph, and Bielaczyc; diSessa and Cobb; and Fishman, Marx, Blumenthal, Krajcik, and Soloway in the JLS Special Issue on Design-Based Research. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 105–114. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_5
- diSessa, A. A., & Cobb, P. (2004). Ontological Innovation and the Role of Theory in Design Experiments. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 77–103. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_4
- Doering, A., Veletsianos, G., Scharber, C., & Miller, C. (2009). Using the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge Framework to Design Online Learning Environments and Professional Development. *Journal of Educational Computing Research*, 41(3), 319–346. <https://doi.org/10.2190/EC.41.3.d>
- Durdu, L., & Dag, F. (2017). Pre-service teachers' TPACK development and conceptions through a TPACK-based course. *The Australian journal of teacher education*, 42(11), 150–171.
- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_4
- Graham, C., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St Clair, L., & Harris, R. (2009). TPACK Development in Science Teaching: Measuring the TPACK Confidence of Inservice Science Teachers. *TechTrends*, 53(5), 70–79. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0328-0>
- Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 57(3), 1953–1960. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.010>

- Greene, J. A., Oswald, C. A., & Pomerantz, J. (2015). Predictors of Retention and Achievement in a Massive Open Online Course. *American Educational Research Journal*, 52(5), 925–955. <https://doi.org/10.3102/0002831215584621>
- Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (2008). *Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Gaudeamus Helsinki University Press.
- Hodges, C., Lowenthal, P., & Grant, M. (2016). *Teacher Professional Development in the Digital Age: Design Considerations for MOOCs for Teachers*. 2075–2081. <https://www.learntechlib.org/primary/p/171978/>
- Joo, Y. J., Park, S., & Lim, E. (2018). Factors Influencing Preservice Teachers' Intention to Use Technology: TPACK, Teacher Self-efficacy, and Technology Acceptance Model. *Educational Technology & Society*, 21(3), 48–59.
- Kanerva, K., Lehtinen, A., Löfström, E., Nevgi, A., & Tuuttila, L. (2010). *Laadukkaasti verkossa: Verkko-opetuksen käsikirja yliopisto-opettajalle*. Helsingin yliopisto.
- Kaul, M., Aksela, M., & Wu, X. (2018). Dynamics of the Community of Inquiry (CoI) within a Massive Open Online Course (MOOC) for In-Service Teachers in Environmental Education. *Education Sciences*, 8(2), 40. <https://doi.org/10.3390/educsci8020040>
- Kiviniemi, K. (2018). Teoksessa R. Valli & J. Aaltola (toim.) Design- eli suunnittelututkimus opetus- ja kasvatusalalla. Teoksessa *Ikkunoita tutkimusmetodeihin. 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu: Virikkeitä aloittelevalle tutkijalle*. (5., uudistettu painos.). PS-kustannus.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2005). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research - J EDUC COMPUT RES*, 32, 131–152. <https://doi.org/10.2190/0EW7-01WB-BKHL-QDYV>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1).
- Kopcha, T. J., Ottenbreit-Leftwich, A., Jung, J., & Baser, D. (2014). Examining the TPACK framework through the convergent and discriminant validity of two measures. *Computers & Education*, 78, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.003>

- Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019, Pub. L. No. 306/2019 (2019).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190306#Lidp448157520>
- Laurillard, D. (2016). The educational problem that MOOCs could solve: Professional development for teachers of disadvantaged students. *Research in Learning Technology*, 24.
<https://doi.org/10.3402/rlt.v24.29369>
- Lee, C.-J., & Kim, C. (2014). An implementation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course. *Educational Technology Research and Development*, 62(4), 437–460. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9335-8>
- Lindholm, P. (2020). *Lukion kemian opettajien tuen tarpeet MarvinSketchin omaksumisessa—Innovaation diffuusioanalyysi TPACK-mallia hyödyntäen*.
- McAuley, A., Stewart, B., Siemens, G., & Cormier, D. (2010). *The MOOC Model for Digital Practice*. 64.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mishra, P., Koehler, M. J., & Kereluik, K. (2009). The Song Remains the Same: Looking Back to the Future of Educational Technology. *TechTrends*, 53(5), 48–53.
<https://doi.org/10.1007/s11528-009-0325-3>
- Ojasalo, K., Moilanen, T., & Ritalahti, J. (2014). *Kehittämistyön menetelmät. 3. Uudistettu painos*. Sanoma Pro Oy. <https://www.adlibris.com/fi/kirja/kehittamistyon-menetelmat-9789526326955>
- Pence, H. E. (2013). Are MOOCs a Solution or a Symptom? *Journal of Educational Technology Systems*, 42(2), 121–132. <https://doi.org/10.2190/ET.42.2.d>
- Pernaa, J. (2013). *Kehittämistutkimus opetuslalla*. PS-kustannus.
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M., & Seob, S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42, 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>

- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Shulman, L. S. (1986). *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*.
<https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Stocking, C. (2001). *An Elusive Science: The Troubling History of Education Research (review)*.
44(1), 134–137. <https://doi.org/10.1353/pbm.2001.0018>
- Supovitz, J. A., & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 963–980.
[https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200011\)37:9<963::AID-TEA6>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200011)37:9<963::AID-TEA6>3.0.CO;2-0)
- Tanak, A. (2018). Designing TPACK-based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41(1), 53-59-53–59. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.012>
- Toikko, T., & Rantanen, T. (2009). *Tutkimuksellinen kehittämistoiminta: Näkökulmia kehittämissprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon*. University Press.
- Tokmak, S. H., Yanpar Yelken, T., & Konokman, G. (2013). Pre-service Teachers' Perceptions on Development of Their IMD Competencies through TPACK-based Activities. *Educational Technology & Society*, 16, 243–256.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (8., Uudistettu laitos). Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Valkonen, M. (2020, elokuuta 12). *Korona on jo muuttanut koulunkäyntiä pysyvästi, ja muutoksen pitäisi vielä jatkua*. Unit. <https://www.tuni.fi/unit-magazine/unit-magazine/artikkelit/korona-jo-muuttanut-koulunkayntia-pysyvasti-ja-muutoksen-pitaisi-viela-jatkua>
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23.
<https://doi.org/10.1007/bf02504682>
- Wikan, G., & Molster, T. (2011). Norwegian secondary school teachers and ICT. *European Journal of Teacher Education*, 34(2), 209–218. <https://doi.org/10.1080/02619768.2010.543671>