

Tutkivan tuottamisen didaktiikka teknologiakasvatuksessa

MANNE KALLIO & MIKA METSÄRINNE

manne.kallio@helsinki.fi

Helsingin yliopisto, kasvatustieteellinen tiedekunta

Tiivistelmä

Teknologiakasvatuksen tehtävänä on kasvattaa oppilaan teknologista tietoisuutta hänen teknologisessa maailmassa elämistään varten. Tässä artikkelissa teknologista tietoisuuden opetusta ja oppimista tarkastellaan tutkivan tuottamisen didaktiikan alkuperäismallia edelleen kehittämällä. (vrt. Metsärinne & Kallio 2011, Metsärinne & Kallio 2017). Mallin eteneminen noudattelee teknologisen tuottamistoiminnan säätelyn vaiheita sisältäen konditionaalisen, deklarativiseen ja prosessitiedon didaktisen tarkastelun. Mallin avulla voidaan jäsentää teknologiakasvatuksen visiointia, projekti- ja ongelmanratkaisuoppimista ja teknisen tiedon oppimista yhtenä kokonaisuutena. Oppilaita voidaan ohjata esimerkiksi avoimien oppimistehtävien mukaisesti rakentamaan konditionaalista tietoa ja suljetuimpien oppimistehtävien mukaan rakentamaan suoraan deklarativista ja -prosessitietoa. Mallia voidaan soveltaa erityisesti oppilaiden eriyttämiseen ja sen tutkimiseen soveltamalla rinnakkain erilaisia oppimistehtäviä.

Avainsanat

Tutkiva tuottaminen, teknologisen toiminnan säätely, teknologinen tietoisuus, teknologiakasvatuksen didaktiikan malli

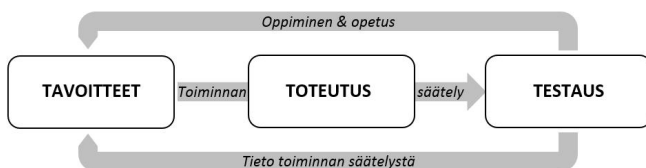
Johdanto

Tässä artikkelissa tarkastellaan tutkivan tuottamisen didaktiikan mallia teknologiakasvatuksen kehittämistä ja tutkimista varten. Monien suosittujen didaktisten mallien tavoitteena on oppijan itseohjautuvuus. Oppijan mahdollisuutta

itse ohjata omaa toimintaansa pidetään motivoivana, mutta opettajan ongelmana on ohjata oppija ohjaamaan toimintansa oikeiden tietojen ja prosessien äärelle. Tämä edellyttää tietoa oppijan toiminnan säätelystä eli metakognitiivisista toiminnoista, niiden tukemisesta ja oppimisen tuloksista. (Barak 2010; Hargrove 2013; Bartholomew ja Strimel 2017). Esimerkiksi projektioppimiseen liittyvät avoimet oppimistehtävät tukevat oppijan kekseliäisyyttä ja mallioppimisen kaltaiset suljetut oppimistehtävät edistävät konkreettisten teknisten ratkaisuiden oppimista. Kumpaakin näistä tarvitaan vuorollaan oppilaan oman monipuolisen toiminnan säätelyn oppimiseksi. Tämä ei kuitenkaan välttämättä ole toimiva ratkaisu, kun tehtävänä on kasvattaa erilaisten oppilaiden teknologista tietoisuutta heidän erilaisissa toiminnoissaan. Teoreettisena tutkimustehtävänä on tarkastella, miten teknologisen tietoisuuden kasvattaminen voidaan yhdistää teknologiakasvatuksen toimintojen eriyttämiseen. Tehtävän ratkaisu perustuu tutkivan tuottamisen didaktiikan mallin kehittämiseen. (vrt. Metsärinne & Kallio 2011; 2017; Metsärinne, Kallio & Virta 2015).

Teknologinen tietoisuus

Teknologinen tietoisuus tarkoittaa ihmisen ymmärrystä hänen elämiskaikkons teknologisista ilmiöistä ja niiden tuottamiseen liittyvistä tilanteista. (vrt. Marton & Booth 1997). Tämä viittaa metakognitioon, joka tarkoittaa oman ajattelun ajattelemista (Flavell 1976) metakognitiivisena tietoisuutena, johon kuuluu tieto omasta toiminnasta ja oppimisesta sekä niiden suunnitteleminen, suuntaaminen, tarkkailu ja uudelleensuuntaaminen. (Schraw and Dennison 1994, s. 460). Nämä ovat edellytyksiä oppijan itsenäiselle toiminnan ja oppimisen tulosten tavoittelulle eli hänen omalle metakognitiiviselle teknologisen toiminnan ymmärtämiselleen.



Kuvio 1. Tutkivan tuottamisen pääosat. (ks. Metsärinne & Kallio 2011; 2017; Metsärinne, Kallio & Virta 2015; vrt. Zimmerman 1998).

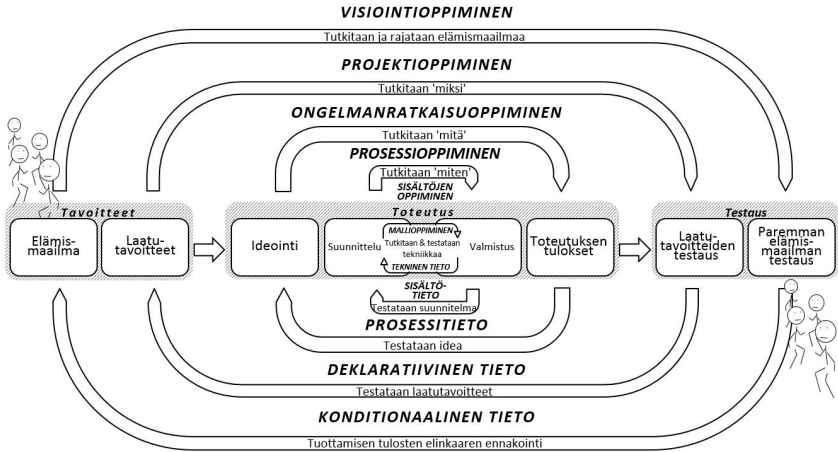
Teknologisen tietoisuuden pääosat ovat teknologista toimintaa ohjaavan ajattelun säätely ja tieto säätelyä ohjaavasta ajattelusta. (vrt. Brown 1987; Schraw & Dennison 1994). Teknologisen toiminnan säätelyn kolme vaiheittaista osaa ovat tavoitteet, toteutus ja testaus, jotka yhdistyvät strategisiin tiedon rakentamisen kehiin. (Kuviossa 1 ylhäällä ja alhaalla.) Teknologioiden maailmaan kasvattamiseen tarvitaan teknologioita, mutta teknologioita ei voida kasvattaa, vaan ihmistä, joten teknologiakasvatus kuuluu kasvatustieteiden alaan. Jokaisella alalla on oma teknologiansa ja toisaalta minkä tahansa alan teknologioita voidaan soveltaa niiden omien tarkoitusten mukaisesti. (Ihde 1998). Teknologiakasvatuksessa voidaan kasvupäämäärien suunnassa soveltaa kaikkia niitä teknologioita, jotka edistävät teknologian maailmaan kasvattamista. Teknologiat ovat ihmisen elämisaailmojen laatua parantavia välineitä (Kallio 2014). Teknologioilla on vaikutuksia käyttökohteensa todellisuuteen. Välittömät tekniset vaikutukset ulottuvat inhimilliseen todellisuuteen ja edelleen sosiaaliseen järjestelmään. (Pinch & Bijker 2003). Teknologioiden toiminta perustuu tekniikkaan. Tekniikat ovat tieteellisen tiedon sovelluksia eli tarkoituksenmukaisia menetelmäkokonaisuuksia. (Ellul 2003). Teknologinen tuottaminen toteutetaan tarkoituksenmukaisia tekniikoita hyödyntäen. Erialaisten teknologiakasvatuksen tuottamisen päämäärien, välineiden ja menetelmien painottaminen johtaa erilaisten tuottamisen tapojen oppimiseen. (Kallio & Metsärinne 2017; Metsärinne & Kallio 2017; 2016a).

Tutkivan tuottamisen didaktiikka

Teknologiakasvatus on teknologisen tietoisuuden kasvattamista teknologioiden maailmassa elämistä varten. Tutkivan tuottamisen eteneminen noudattelee teknologisen toiminnan säätelyn vaiheita. Ensimmäinen vaihe on rakennettavan teknologian käyttökohteen tutkiminen. Käyttökohteesta johdetuilla laatuavoitteilla määritellään tuottamisen toteutus. Toteutus etenee mahdollisia ideoita tutkien sopivimman ratkaisun valintaan, suunnitteluun ja rakentamiseen. Tavoitteiden saavuttamista tutkitaan lopuksi tuloksia testaamalla.

Tutkivan tuottamisen teoriaa on kehitelty alkuperäisen mallin (Metsärinne & Kallio 2011) jälkeen teknologiakasvatuksen itseohjautuvan oppimisen (Metsärinne, Kallio & Virta 2014), asenteiden (Metsärinne & Kallio 2016b), pedagogisten mallien (Metsärinne & Kallio 2017) ja oppimistulosten (Kallio & Metsärinne 2017) tutkimuksen näkökulmista. Tutkivan tuottamisen didaktiikan

mallissa (kuvio 2) teknologisen toiminnan säätely etenee vaiheittain vasemmalta oikealle. Strateginen tieto teknologisen toiminnan säätelystä kuvataan alaosan kehinä ja sitä vastaavat oppisen ja opetuksen mallit yläosan kehinä.



Kuvio2. Tutkivan tuottamisen didaktiikan malli

Toiminnan säätelyä koskevan tiedon kehät ovat tuottamisen ehtoja koskeva konditionaalinen tieto, kuvaileva deklaratiiivinen tieto ja toimintatapoja koskeva prosessitieto sekä tekniset tiedot ja taidot (kuvataan kuviossa 2 ylhäältä ja alhaalta johdetuilla kaarinuolilla). Näitä tiedon lajeja vastaavat teknologiakasvatuksen mallit, joita voidaan tunnistaa ainakin kuusi. Ne ovat visiointioppiminen, projektioppiminen, ongelmanratkaisuoppiminen, prosessioppiminen, sisältöjen oppiminen ja mallioppiminen. (vrt. Metsärinne & Kallio 2011; 2017).

Teknologisen toiminnan säätely muodostaa tutkivan tuottamisen kolme pääosaa, jotka ovat tavoitteet, toteutus ja testaus (etenevät kuviossa 2 vasemmalta oikealle). Tuottamisen vaiheittainen säätelyn deduktiivisuus tarkoittaa sitä, että tavoitteet määrittelevät toteutukselle asetettavat ehdot ja sen, miten testaus lopulta tulee tapahtumaan. Abduktiivisuus viittaa siihen, että teknologinen tuottaminen etenee pääosien sisällä tarkoituksenmukaisesti, esimerkiksi valmistuk-

nessa sovellettavia tekniikoita kokeiltaessa palataan kehittämään suunnitelmaa tai prototyypin perusteella saatetaan hioa alkuperäistä tuoteidea. Esimerkiksi toteutusvaiheeseen ideointi, suunnittelu ja valmistus voivat noudattaa lineaarista, vaiheittaista, kietoutunutta tai kehää kiertävää prosessia. Induktiivinen lähestymistapa viittaa siihen, että tuottamisen tulokset olisivat ennalta tiedossa, jolloin kuviota tarkasteltaisiin keskeltä alkaen. Induktiivisessa lähestymistavassa lähtökohdaksi otetaan esimerkiksi tietyn tuotteen valmistus, tietyn menetelmän soveltaminen tai jonkin taidon oppiminen.

Strateginen tieto toiminnan säätelystä

Tuottamistoiminnalle asetettavat ehdot muodostavat toiminnan strategisen säätelyn. Strategia on prosessia eli toiminnan vaiheistamista tai toimintatapaa laajempi tietokokonaisuus. Tässä artikkelissa strategialla tarkoitetaan laajaa, kokosäätelyä koskevaa tietoa, koska toiminnan säätely ja tieto toiminnan säätelystä ovat strategisesti yhteydessä toisiinsa toiminnan edetessä. Ne voidaan muodostaa erottelemalla konditionaalista-, deklaratiivista- ja prosessitietoa. (Schraw 2006; Chester 2007; Schraw & Moshman 1995, ks. Ryle 1949). Tässä artikkelissa prosessitieto tarkoittaa toimintatapaa, kuten Schrawn (2006) luokittelussa. Tässä artikkelissa prosessitieto tarkoittaa toimintatapaa, kuten Schrawn (2006) luokittelussa. Toiminnan säätelyä koskevaa tietoa voidaan tarkastella myös suhteessa yksilöön, oppimistehtävään ja toimintatapaan, jolloin toimintatapaan liittyvää tietoa sinänsä saatetaan kutsua strategiseksi tiedoksi. (Flavell 1977; Brown 1987; Brown, Bransford, Ferrara, & Campione 1983; Bråten 1991).

Oppija kohtaa teknologisen tuottamisen aluksi konditionaaliseen tietoon perustuvan kysymyksen 'Miksi opin tuottamaan teknologioita?' Kyse on teknologian tuottamista ohjaavien ehtojen määrittämisestä, mikä edellyttää strategista tulevaisuuteen suuntaavaa ajattelua, koska ehtoja testataan tuottamisen lopuksi. Toteutusvaiheessa oppilas kohtaa deklaratiiviseen tietoon perustuvan kysymyksen 'Mitä teknologiaa opin tuottamaan?' Jälleen kohdataan tarve ennakkoi- valle strategiselle ajattelulle, sillä tuotettava teknologia on myöhemmin myös ehtojen testaamisessa käytettävä väline. Käytännöllinen toteutus alkaa ideomalla ratkaisuja, joilla määritellyt ehdot voisivat toteutua. Ratkaisuideoista voidaan edetä suunniteluun, jolloin kohdataan kolmas, prosessitietoon perustuva kysymys 'Miten teknologia tuotetaan?'

Strategisessa lähestymistavassa oppiminen voi kohdistua erityisesti johonkin yksittäiseen tiedon osa-alueeseen. Oppimisessa voidaan esimerkiksi keskittyä rakentamaan deklarattiivista tietoa ('mitä') eli ideoimaan toteutusratkaisuja ottamalla tarkasteltavaksi ennalta määritetyt tavoitteet, mikä johtaa ongelmanratkaisuoppimiseen. Strateginen lähestymistapa avaa ainakin kuusi erilaista mahdollisuutta opetuksen järjestämiselle.

Visiointioppiminen käynnistyy kaikista avoimella ja oppijakeskeisimmällä oppimistehtävällä. Oppilas asettaa teknologiselle toiminnalleen täysin yksilölliset tavoitteet, jotka hän esittää opettajalle. Opettajan on ohjattava oppilasta rakentamaan konditionaalista tietoa eli niitä ehtoja, joita koko toimintakokonaisuudella voidaan saavuttaa sekä myös niitä riskejä, joita ehtojen toteuttamisessa voidaan kohdata. Oppija joutuu itse kysymään ja vastaamaan, miksi teknologinen toiminta toteutetaan ja mitä mahdollisia välittömiä ja myöhemmin ilmeneviä vaikutuksia sillä voi olla. Kenties haastavin kysymys on, ovatko tavoitteet sellaisia, että niistä on mahdollista selviytyä. Oppimisen kannalta tavoitteisiin tulee sisältyä aina uusia haasteita. Mikäli tarkoituksena on vain syventää ennen opittua teemaa, kyse ei ole enää visiointioppimisesta.

Projektioppiminen alkaa opettajan ennalta määrittelemästä teknologisen toiminnan teemasta. Projektioppiminen perustuu Kilpatrickin (1918) projektimetodin soveltamiseen teknologiakasvatuksessa. Projektioppiminenkin edellyttää konditionaalisen tiedon rakentamista. Erona visiointioppimiseen on siis se, että oppija kohtaa opettajan määrittelemän rajatun teeman, jonka puitteissa hän asettaa omia tuottamisen ja oppimisen tavoitteita projektin aluksi. Projektin teema on avoin, eikä se ole sidottu tiettyyn tekniikkaan tai taitoon tai tiettyihin teknologioihin. Oppijan strategisena haasteena on ottaa huomioon ne käyttökohteen olosuhteet, joissa toteutettavan uuden teknologian laatutavoitteita tullessaan tuottamisen lopuksi testaamaan. Jos oppija löytää uudenlaisen ongelman, annetun teeman puitteissa, siirrytään ongelmanratkaisuoppimiseen.

Ongelmanratkaisuoppiminen alkaa opettajan ennalta määrittelemästä ongelmasta, jonka oppija voi ratkaista teknologisella toteutuksella. Erona projektioppimiseen on, että tavoitteet ovat ennalta määritellyjä, kun oppija kohtaa ongelman. Oppijan ei odoteta itse löytävän ongelmaa vaan esimerkiksi opettaja on ennalta määritellyt ne tavoite-ehdot, joiden on täyttyvä, jotta ongelman

voidaan tuottamisen lopuksi todeta ratkenneen. Konditionaalinen tieto on ennalta määriteltyä, ja oppija voi sen perusteella rakentaa deklaratiivista tietoa. Toteutettavan teknologian käyttökohde on ennalta tiedossa, ja myös se on tiedossa miten ja minkälaisissa oloissa tuotettavaa teknologiaa tullaan lopuksi testaamaan. Visiointi- ja projektioppiminen ovat hyvin oppijakeskeisiä oppimisen tapoja, mutta ongelmanratkaisuoppimisessa opettajan rooli kasvaa. Ongelmanratkaisutehtävässä oppija kohtaa tavoitteet, joiden suunnassa hän voi aloittaa toteutuksen ideoinnilla. Oppijan strategisena tehtävänä on ottaa huomioon idean toteuttamiskelpoisuus: idean mukainen tuote on onnistuttava suunnittelemaan ja valmistamaan.

Prosessioppimisen tehtävänä on oppia teknologioiden toteuttamisen prosesseja. Deklaratiivinen tieto on pääosin ennalta määriteltyä, mutta oppija voi ehdottaa mukaan myös omia tuottamisen tavoitteitaan. Oppijaideoi prosessitietoa tuotteen suunnittelua ja valmistusta varten. Erona ongelmanratkaisuoppimiseen on, että oppija kohtaa teknologista tuottamista vaativan ratkaisuidean, joka ei ole tuotemalli. Esimerkiksi suksien kuljetusongelman ratkaisuidea on viedä ne polkupyörällä, mutta se, miten polkupyörää on varusteltava, on oppijan suunniteltava. Prosessioppimistehtävät ovat suljetumpia kuin ongelmanratkaisu-, projekti- tai visiointioppimisen tehtävät. Oppijan strategisena tehtävänä on prosessitietoa ideoimalla laatia sellainen suunnitelma, jonka mukaan valmistus on toteutettavissa.

Teknisten sisältöjen oppiminen tarkoittaa johonkin suunnittelu- ja valmistusprosessiin kuuluvien sisältöjen oppimista. Sovellettavien teknisten tai materiaaliratkaisujen valinta on rajoitettu ja opettaja on valinnut jonkin teknologisen tuotemallin tai -malleja oppijan kehiteltäväksi. Oppija ei itse rakenna konditionaalista, deklaratiivista tai prosessitietoa, vaan opettaja tuo ne valmiina oppijan tarkasteltavaksi. Oppijan strateginen tehtävä on hahmottaa, miten sisällöistä muodostuu kokonaisuus, joka toteuttaa teknologisen tehtävän. Opettajan strategiseksi tehtäväksi tulee ennakoida oppijoiden eteneminen sisällöissä ja sisällöistä toiseen.

Mallioppiminen tarkoittaa, että oppija tuottaa opettajan valitseman artefaktin. Konditionaalinen, deklaratiivinen ja prosessitieto sekä tekniset sisällöt on määritelty valmiiksi. Mallioppimistehtävään voi kuulua suunnittelun ja valmistuksen tekniikoiden eli teknisen tiedon tarkastelua, mutta oppijan mahdollisuudet

muokata mallia ovat vähäiset tai näennäiset. Mallioppisella voidaan opettaa esimerkiksi jonkin teknologian käyttöä, materiaalien ominaisuuksia tai motorista käden taitoa.

Toiminnan säätely

Teknologisen toiminnan säätely tarkoittaa oppijan omaa teknologisen toiminnan vaiheittaista edistymistä, jota opettaja voi ohjata esimerkiksi oppimisympäristöä ja toteutustapoja muuttelemalla. Teknologisen toiminnan säätelyyn kuuluu tavoitteiden asettaminen, toiminnan aikainen tarkkailu ja suuntaaminen sekä testaus. Teknologisen toiminnan säätelyä voidaan verrata yleiseen kognitiivisen toiminnan säätelyyn. (ks. Vermunt & Verloop 1999; Pintrich 2004). Teknologisen toiminnan säätelyn kehitystä tapahtuu oppimistilanteissa, joissa oppija voi itse ohjata omaa oppimistaan ja korjata sen etenemistä omien havaintojensa mukaisesti. (vrt. von Wright 1992; ks. Virta 2005). Toiminnan säätely voi ilmetä syväsuuntauneisuutena, järjestelmällisyytenä ja täsmällisyytenä sekä toiminnan ennakoituna, arviointina ja kehittelynä. (Veenman, Prins, & Elshout 2002).

Tavoitteiden asettamiseen kuuluu ensin elämismailman tutkiminen ja rajaaminen. Rajatun elämismailman parantamiseksi rakennettavalle teknologialle asetetaan seuraavaksi laatutavoitteet. Teknologiakasvatuksen tavoitteena ei ole jonkin tieteen tai tekniikan alan teknologioiden käytön oppiminen tai siihen perehtyminen sinänsä. Tässä vaiheessa ei tutkita mahdollisia teknologioita vaan niitä välinearvoja, joita kohteen elämänlaadun parantamiseksi tarvittaisiin. Teknologioiden välinearvot on ymmärrettävä irrallaan materiaalisista artefakteista. Välinearvot ovat ajattelun todellisuudessa, artefaktit ovat luonnon todellisuudessa. Välinearvot voidaan liittää artefaktiin vasta, kun artefakti on olemassa.

Aiotulta uudelta teknologialta odotetuista välinearvoista muodostetaan laatutavoiteprofiili. Profiilissa on yksilöity ne laatutavoitteet, joita tuottamiselta odotetaan ja ne riskit, joita tuottamisessa vältetään. (Kallio 2014). Tavoitevaiheessa tutkitaan ja määritellään, minkälainen uuden toteutettavan teknologian avulla paranneltu elämismailma tulisi olemaan. Tällöin ei tutkita toteutuksessa tarvittavia tekniikoiden, toteutettavaksi aiotun teknologisen tuotteen muotoilun tai

sen rakenneominaisuuksien laatuja. Tässä vaiheessa visioidaan parannettavan elämismaailman laatua, joka aiotaan rakentaa tätä tarkoitusta varten.

Toteutukseen kuuluu sellaisen artefaktin ideointi, suunnittelu ja valmistus, johon laatutavoitteet eli tavoiteltavat välinearvot voidaan liittää. Toteutuksen ideointi on mahdollista tavoitteiden suunnassa ja tavoitteiden perusteella. Toteutusosa on kokonaisuus, jota kuvaavia prosessikuvauskuvaus on olemassa paljon esimerkiksi tuotesuunnittelun, insinööritieteiden ja käsityön alalla. Nykyisin prosessi ymmärretään tavallisesti kietoutuneeksi kokonaisuudeksi, jossa ideoita testataan suunnitteleamalla ja valmistamalla kokeiluja, joista lopulta valitaan parhaiten ideaa vastaava, joka viimeistellään artefaktiksi. Kietoutuneisuudesta huolimatta prosessi on etenevä: ideointi perustuu tavoitteiden suuntaiseen tutkimiseen ja suunnittelulla testataan idean toteutuskelpoisuutta. Suunnittelu määrittää valmistusta, jolla puolestaan testataan suunnitelman toimivuutta.

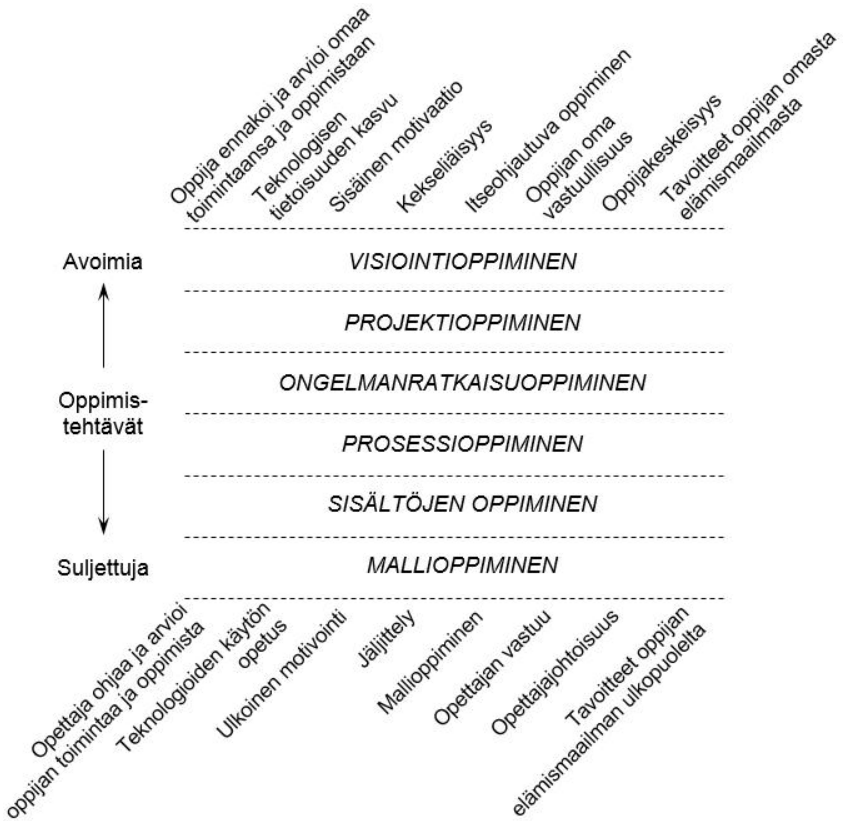
Testaukseen voidaan siirtyä, kun toteutettu artefakti on sijoitettavissa aiottuun käyttökohteeseensa, jolloin siitä tulee käyttökohteensa elämänlaatua palveleva väline eli teknologia. Tarkalleen ottaen artefaktin sijoittaminen käyttökohteeseen tarkoittaa sitä, että se saa välinearvonsa eli sen laatua voidaan alkaa arvioida. Uuden teknologian tutkivan tuottajan tutkimuskysymykset ovat: ovatko määritetyt laatutavoitteet sopivat parantamaan elämismaailman laatua ja täyttääkö toteutettu teknologia nämä laatutavoitteet? Tämä on teknologioiden maailmaan kasvun tutkimista: tutkimuksen vastauksena on, miten elämismaailmaa tutkimalla voidaan jäsentää tavoitteita, jotka voidaan toteuttaa uuden teknologian avulla.

Tutkivan tuottamisen mallin seuraaminen noudattelee deduktiivisen tieteellisen tutkimuksen menetelmällistä kulkua. Teknologialle rakennetaan ensin teoreettinen perusta. Empiirisessä tutkimuksessa kehitetään artefakti, jonka avulla teoria testataan teknologian käyttökohteessa sekä arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta ja pohditaan sen vaikuttavuutta, rajoituksia ja yleistettävyyttä.

Strategisen tiedon yhteys toimintojen eriyttämiseen

Tieto teknologisen toiminnan säätelystä ja strateginen tieto toiminnan säätelystä mahdollistavat oppimisen eriyttämisen saman mallin puitteissa. Tutkivan tuottamisen didaktiikan avulla voidaan suunnitella erilaisia oppimistehtäviä,

joiden mukaan oppilaita voidaan eriyttää ryhmien välillä tai saman ryhmän kesken.



Kuvio 3. Oppimistehtävien eriyttämisen yhteys tutkivan tuottamisen didaktiikkaan.

Kaikista avoimin oppimistehtävä perustuu visiointioppimiseen ja alkaa elämämaailman tutkimisesta eli konditionaalisen toiminnan säätelyä koskevan tiedon rakentamisesta. Tätä voidaan pitää ongelmallisena, koska kaikilla oppijoilla ei ole valmiuksia omaa toimintaa säätelävän tiedon muodostamiseen. Opettaja voi antaa oppilaalle projektitehtävän, mikäli toiminnan käynnistäminen on hänen

itsenäisenä visiointitehtävänä liian avoin. Projektitehtäväksi riittää teema, joka rajaa oppijan visioinnin kohteena olevan maailman tutkimista esimerkiksi johonkin ilmiöön, tilanteeseen tai paikkaan. Esimerkiksi älylukkoprojektitehtävä voi käynnistää työskentelyn, vaikka se lähtisikin etenemään vain muutaman oppijan kohdalla. Kun nämä muutamat oppilaat alkavat syventyä omaan lukitusprojektiin, niin opettaja voi antaa muille oppilaille ongelmanratkaisutehtävän, miten kaapin lukitus voidaan hoitaa ilman avainta. Jos tämäkään raja ei riitä kaikkien oppilaiden oman toiminnan säätelyn herättämiseen, opettaja voi antaa heille edellä rajattuun teemaan liittyvän ongelman, jonka oppijan odotetaan ratkaisevan. Ongelmanratkaisutehtävä ei ole niinkään avoin, sillä esittäessään ongelman, opettajan on myös ilmaistava, millä ehdoilla sitä voidaan lopulta pitää ratkaistuna. Toisin sanoen teknologisen toiminnan säätelyä koskeva konditionaalinen tieto ei enää ole oppijan rakennettavissa, vaikka hän voikin sitä täydentää. Ongelmanratkaisutehtävässä oppilas teknologinen ideointi ja tätä kautta alkava toiminnan säätely perustuu deklaratiiviseen tietoon. Mikäli jotkin oppilaista eivät pysty ratkaisemaan ongelmaa, niin opettaja voi ohjata heitä prosessitehtävän avulla tuottamaan jokin ratkaisuideaan perustuva ohjelmoitava järjestelmä. Niille oppijoille, joiden työskentely ei vielä käynnisty, voidaan ohjata rakentamaan jokin lukituksen toteutus esimerkkien avulla. Kaikkiaan oppimistehtävien eriyttäminen on tarkoituksenmukaista, koska oppijoiden valmiudet säädellä omaa teknologista toimintaansa voivat vaihdella paljonkin.

Pohdinta

Teknologinen tietoisuus herätetään opettamalla oppijaa rakentamaan tuottamistoimintaa säätelevää strategista tietoa teknologisissa tuottamishankkeissa. Teknologisen tietoisuuden kasvattaminen ei ole kuitenkaan sidoksissa vain tiettyihin tuottamisen kohteisiin, sisältöihin tai prosesseihin sovellettavaan tekniikkaan, vaan siihen, että toiminta on tietoista ja oppijaa ohjataan säätelemään sitä itse. Teknologian tuottamisen säätely kehittyy teknologisen toiminnan myötä. (vrt. Vermunt & Verloop 1999; Pintrich 2004; von Wright 1992). Oppija saa tuottamistoiminnastaan ja sen tuloksesta aina uuden kokemuksen, joka kehittää hänen tuottamisensa säätelyä seuraavalla kerralla. Oppimistehtävien avoimuutta vaihtelemalla opettaja saattaa oppijan kohtaamaan erilaista toiminnan säätelyä koskevaa tietoa. Nykyisin suositaan oppijoiden omaa suunnittelua tai

ongelmanratkaisua edellyttäviä oppimistehtäviä. Näitä pidetään avoimina oppijan oman sisäisen motivaation herättävinä hankkeina.

Teknologiakasvatuksessa on sovellettu erilaisia didaktisia malleja, kuten projektioppimista, ongelmanratkaisuoppimista tai tekemällä oppimista. (Barak 2016). Malleihin kuuluu aste-eroja: avoin ongelma vaikuttaa samalta kuin hie- man rajatumpi projekti ja tekeminen voidaan ymmärtää vain teknologiaraken- telun manuaaliseksi vaiheeksi tai siihen voidaan laskea mukaan tuottamisen käyttökohteessa tehtävä havainnointitutkimus. Koska malleja on tarkasteltu toi- sistaan melko erillisinä, niiden välinen yhteys on jäänyt vähemmälle huomiolle. Tässä artikkelissa esitetty didaktinen malli jäsentää yleensä melko erillisinä tar- kasteltuja didaktisia malleja suhteessa toisiinsa ja antaa mahdollisuuden tutkia oppilaiden teknologisen tietoisuuden tasoja heidän erilaisia oppimistehtäviä op- piessaan.

Lähteet

- Barak, M. (2010). Motivating Self-Regulated Learning in Technology Educa- tion. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(4), pp. 381–401.
- Barak, M. (2016). Robotics and STEM learning: Students' achievements in as- signments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solv- ing, and projects. *International Journal of Technology and Design Edu- cation*. DOI: 10.1007/s10798-016-9385-9. In press.
- Bartholomew, S. & Strimel, G. (2017). Factors influencing student success on open-ended design problems. *International Journal of Technology and Design Education*, pp. 1–18. DOI: 10.1007/s10798-017-9415-2. In press.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. Teoksessa: F.E. Weinert & R.H. Kluwe (toim.), *Metacognition, motivation, and understanding* (ss. 65-116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, Publishers.
- Brown, A.L., Bransford, J.D., Ferrara, R.A. & Campione, J.C. (1983). Learn- ing, remembering, and understanding. Teoksessa: P.H. Mussen (toim.), *Handbook of child psychology* (4. painos) Osa 3 Cognitive development (ss. 77–166). New York: Wiley.

- Bråten, I. (1991). Vygotsky as a precursor to metacognitive theory: I. The concept of metacognition and its roots. *Scandinavian Journal of Educational Research* 35(3), 179-192.
- Chester, I. (2007). Teaching for CAD expertise. *International Journal of Technology and Design Education* 17(1), 23–35.
- Ellul, J. (2003). On the Aims of a Philosophy of Technology. Teoksessa: R. Scharff & V. Dusek (toim.) *Philosophy of Technology. The Technological Condition. An Anthology*. (ss. 182–186). Blackwell Publishing.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. *The nature of intelligence* 12, 231-235.
- Flavell, J.H. (1977). *Cognitive development*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Ilde, D. (1998). *Expanding Hermeneutics. Visualism in Science*. Northwestern University Studies in Phenomenology & Existential Philosophy.
- Kilpatrick, W. H. (1918). *The project method*. Teachers College Record XIX (4) 319–335.
- Kallio, M. (2014). *Riskivastuullisuus turvallisuuskasvatuksen kulttuurissa: Ompilaiden vastuullisuus, turvallisuustaju ja tuottamistoiminnan riskiraja peruskoulun käsityön opetuksessa*. Annales Universitatis Turkuensis. C: 382).
- Kallio, M., & Metsärinne, M. (2017). How Do Different Background Variables Predict Learning Outcomes? *International Journal of Technology and Design Education* 27(1), 31–50.
- Marton, F., & Booth, S. A. (1997). *Learning and awareness*. Psychology Press.
- Metsärinne, M. & Kallio, M. (2011). *Johdatus tutkivaan tuottamiseen*. Techne Series B, 16.
- Metsärinne, M. & Kallio, M. (2014). Craft interests during leisure time and craft learning outcomes in Finland. *Craft Research* 5, 35–53.
- Metsärinne, M. Kallio, M., & Virta, K. (2015). Pupils' Readiness for Self-Regulated Learning in the Forethought Phase of Exploratory Production. *International Journal of Technology and Design Education* 25(1), 85-108.
- Metsärinne, M. & Kallio, M. (2016a). Students' conceptions of learning and learning outcomes in Technology Education. *Australasian journal of technology education* 3.

- Metsärinne, M. & Kallio, M. (2016b). How are students attitudes related to learning outcomes? *International Journal of Technology and Design Education* 26(3), 353-371.
- Metsärinne, M. & Kallio, M. (2017). Instructional theories of exploratory production. *Australasian journal of technology education* 4.
- Pinch, T. & Bijker, W. (2003). The Social Construction of Facts and Artifacts. Teoksessa: R. Scharff & V. Dusek (toim.) *Philosophy of Technology. The Technological Condition. An Anthology.* (ss. 221–232). Blackwell Publishing.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational psychology review*, 16(4), 385–407.
- Ryle, G. (1949). The concept of mind. London: Huchinson.
- Schraw, G. (2006). Knowledge: Structures and processes. Teoksessa P. A. Alexander & P. H. Winne (toim.) *Handbook of educational psychology.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Schraw, G. & Dennison, R.S. (1994). Assessing Metacognitive Awareness, *Contemporary Educational Psychology* 19, 460–475.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational psychology review* 7(4), 351-371.
- Veenman, M.V.J., Prins, F.J. & Elshout. J.J. (2002). Initial inductive learning in a complex computer simulated environment: the role of metacognitive skills and intellectual ability. *Computers in Human Behavior* 18, 327–341.
- Vermunt, J.D. & Verloop, N. (1999). Congruence and friction between learning and teaching. *Learning and instruction* 9, 257–264.
- Virta, K. (2005). *Kindergarten, sloyd and classroom teacher trainees' self-directed learning, Metacognitive Regulation and web-based support.* *Annales Universitatis Turkuensis B* 286, 119 s.
- von Wright, J. (1992). Reflections on reflection. *Learning and Instruction* 2, 59–68.
- Zimmerman, B. J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulated learning from teaching to self-reflective practice* (pp. 1–19). New: The Guilford Press.