

Artikkeli



VERTAISARVIOITU
KOLLEGIALT GRANSKAD
PEER-REVIEWED
www.tsv.fi/tunnus

Monilukutaito koodin purkajana: Ehdotus laaja-alaiseksi ohjelmoinnin pedagogiikaksi

Tässä artikkelissa esitetään malli laaja-alaisesta ohjelmoinnin pedagogiikasta. Digitalisaation myötä algoritmit lävistävät yhä useampia elämänalueita ja sekä koulussa että sen ulkopuolella oppilaita hallitaan, ohjataan ja kontrolloidaan koodin ja algoritmien avulla. Tätä valta-asetelmaa ei kuitenkaan käsitellä perusopetuksessa vaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa ohjelmointi tarjotaan oppilaille näennäisen arvovapaina päättelyharjoituksina. Tilanne on ristiriidassa osallistumista, demokratiaa ja vaikuttamista korostavien opetussuunnitelmaperusteiden linjausten kanssa. Artikkelissa esitämme, että ohjelmoinnin moniulotteisempi käsittely onnistuu laajentamalla ymmärrystä ohjelmoinnista laajan tekstikäsitteen mukaisesti tekstitapahtumana ja koodista sosiomateriaalisena tekstinä, jolla on aina yhteiskunnallisia ja sosiaalisia seuraamuksia. Teoreettisesti artikkeli tukeutuu erityisesti monilukutaidon pedagogiikkaan, joka tarjoaa sekä pedagogisen viitekehyksen että konkreettisia välineitä siihen, miten ohjelmointiin liittyviä yhteiskunnallisia kysymyksiä kuten kriittistä toimijuutta algoritmisessa ja dataistuneessa mediaympäristössä voidaan käsitellä osana perusopetusta.

AVAINSANAT: Ohjelmointi, monilukutaito, sosiomateriaalisuus; perusopetus

Uudet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS) julkaistiin vuonna 2014. Yksi eniten huomiota herättänyt uudistus on ollut ohjelmoinnin sisällyttäminen perusopetukseen. Julkista¹ ja akateemista (Tanhua-Piironen ym. 2019) keskustelua on hallinnut etenkin huoli siitä, onko opettajilla riittäviä valmiuksia ohjelmoinnin opettamiseen. Tällä artikkelilla haluamme laajentaa aiheesta käytävää keskustelua kahdella tavoin. Ensiksi pidämme tärkeänä tarkastella kriittisesti niitä arvoja ja tavoitteita, joilla ohjelmoinnin opetuksen välttämättömyyttä ja tärkeyttä on perus-

teltu. Toiseksi haluamme nostaa esiin perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden ohjelmointikäsitteen ja koodin yhteiskunnallisen roolin välisen epäsuhteen. Digitalisaation myötä algoritmit lävistävät yhä useampia elämänalueita ja keskeinen teesimme on, että sekä koulussa että sen ulkopuolella oppilaita hallitaan, ohjataan ja kontrolloidaan koodin ja algoritmien avulla (ks. myös O’Neil 2016; Saariketo 2018; Williamson 2017). Tätä valta-asetelmaa ei kuitenkaan käsitellä perusopetuksessa vaan kuten tulemme esittämään, perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa ohjelmointi tarjotaan oppilaille näennäisen arvovapaina päättelyharjoituksina (ks. myös Leino ym. 2019, 10–11; Opetushallitus 2014, 375). Tilanne on ristiriidassa osallistumista, demokratiaa ja vaikuttamista korostavien opetussuunnitelmaperusteiden linjausten kanssa (Opetushallitus 2014, 15–16, 18–19).

Artikkelin kirjoittamista on ohjannut kysymys, miten ohjelmointia voidaan käsitellä nykyistä moniulotteisemmin perusopetuksen puitteissa. Vastauksena esitämme, että ohjelmoinnin moniulotteisempi käsittely onnistuu laajentamalla ymmärrystä ohjelmoinnista laajan tekstikäsitteen mukaisesti tekstitahtumana ja koodista sosio-materiaalisena tekstinä, jolla on aina yhteiskunnallisia ja sosiaalisia seuraamuksia (Dufva & Dufva 2016; Rantala 2018; Williamson 2017). Lisäksi osoitamme, että monilukutaidon pedagogiikka (The New London Group 1996) tarjoaa sekä viitekehysten että konkreettisia välineitä siihen, miten ohjelmointiin liittyviä yhteiskunnallisia kysymyksiä voidaan käsitellä osana perusopetusta. Paikannamme artikkelimme osaksi digitalisoituneen toimintaympäristön holistista tarkastelua painottavaa tutkimuksellista jatkumoa (ks. esim. Buckingham 2006; Couldry & Hepp, 2017; Ruokamo & Kotilainen 2017; Saariketo 2018; Valtonen ym. 2019; Hepp 2020), jossa yhdistyvät niin teknologian, median kuin yhteiskunnallisenkin tutkimuksen näkökulmat.

Artikkelin rakenne on seuraava: Aloitamme avaamalla ohjelmoinnin opetuksen taustalla vaikuttavia intressejä ja arvoja. Tämän jälkeen tarkastelemme sitä, miten ohjelmointi esitetään perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa. Seuraavaksi avaamme monilukutaidon pedagogiikan käsitettä ja teemme näkyväksi yhteyksiä koodin yhteiskunnallisen roolin, koulun algoritmisten käytänteiden sekä monilukutaidon pedagogiikan välillä.

Tavoitteena tuottava kansalainen: Kriittinen katsaus ohjelmoinnin opetuksen taustaideologioihin

Tässä luvussa tarkastelemme niitä perusteluja, joita ohjelmoinnin opetuksen sisällyttämiseksi perusopetukseen on esitetty. Julkisessa keskustelussa toistuu usein ajatus ohjelmoinnista kansalaistaitona.² Tämä diskurssi heijastelee kansainvälistä kehityskulkua, jossa korostetaan sitä, että täysipainoinen toimijuus alati digitalisoituvassa yhteiskunnassa ja kulttuurissa edellyttää taitoja, joita aiemmat sukupolvet eivät ole tarvinneet. Lähteestä riippuen nämä taidot käsitteellistetään muun muassa digitaalisena lukutaitona (*digital literacy*) tai 2000-luvun taitoina (*21st century skills*) vain muutamia esimerkkejä mainitaksemme (ks. esim. Sefton-Green ym. 2016; Voogt & Pareja

Roblin 2012). Taito ei kuitenkaan ole koskaan päämäärä itsessään, vaan väline tiettyjen päämäärien saavuttamiseen (Kupiainen 2017). Jarmo Saartia (2003, 33) mukailen, mielenkiintoinen ja tutkimusta vaativa kysymys on, kenen ehdoilla ja millaisia päämääriä varten nämä uudet taitovaatimukset asetetaan – kuluttamista, talouselämää vai ihmistä ja inhimillistä elämää varten.

Näkemyksemme on, että yksi merkityksellisimmistä – ellei jopa merkityksellisin – on talouselämä. Tämä tulkinta saa tukea ohjelmointiopetusagendan taustaprosesseja tarkastelevasta kansainvälisestä tutkimuksesta: Australiassa, Ruotsissa, Englannissa ja Irlannissa on tunnustettu sekä kansallisten että monikansallisten teknologiayritysten rooli ohjelmointia koskevissa opetussuunnitelmareformeissa (Breshnihan ym. 2015; Williamson ym. 2018). Edellä mainittujen tutkimusten perusteella ohjelmoinnin opetuksella voidaan nähdä olevan yrityksille kahdenlaista hyötyä. Pitkän aikavälin hyötynä on osaavan työvoiman tarjonnan varmistaminen ja välittömäksi hyödyksi voidaan lukea ohjelmoinnin opetuksessa välineiden sekä täydennyskoulutuspalvelujen myyminen valtiolle ja kunnille.

Niin ikään ohjelmoinnin opetuksen merkittävyyden ympärillä käytävässä kansallisessa asiantuntijakeskustelussa korostuvat taloudelliset tarkoitusperät ja tavoitteet. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden valmistelun aikana kansanedustajat Sanna Lauslahti ja Anu Urpalainen esittivät hallitukselle kirjallisen kysymyksen siitä, kuinka lapsi saa perustiedot ohjelmoinnista peruskoulussa. Heidän mukaansa alan toimijat ovat tuoneet esiin ohjelmointitaitojen tärkeyden ja he perustelivatkin kysymystään erityisesti elinkeinoelämän ja työelämän muutoksilla sekä ohjelmistoalan osaajien riittävyydellä.³ Tämä esimerkki kuvaa hyvin ajallemme ominaista trendiä, jossa tiedon ja ymmärryksen siitä, mihin suuntaan koulun tulisi kehittyä, uskotaan usein löytyvän koulun ja kasvatustieteen ulkopuolelta. Kuten kasvatustieteilijät Tuomas Tervasmäki ja Tuukka Tomperi (2018, 177–178) huomauttavat, ”2000-luvun koulutuspoliittisissa tutkimuksissa on jo muodostunut suorastaan selviöksi, että valtioiden koulutuksellisia ratkaisuja ohjaavat ylikansalliset mallit ja niiden taustalla liberalisoidun finanssi- ja tietokykykapitalismin vaateet”. Vastauksessaan kirjalliseen kysymykseen silloinen opetusministeri Krista Kiuru toteaa opetus- ja kulttuuriministeriön ohjeistaneen Opetushallitusta niin, että ”tieto- ja viestintäteknisen osaamisen merkitys tullaan nostamaan uudistettavissa opetussuunnitelman perusteissa nykyisiä perusteita huomattavasti vahvemmin näkyviin.”⁴

Toinen edustava esimerkki ohjelmoinnin opetuksen talousvetoisesta ideologiasta on Linda Liukkaan ja Juhani Mykkäsen (2014) kirjoittama Koodi 2016 -opas, jota he kuvaavat peruskoulun opettajille ja opetussuunnitelmien laatijoille suunnatuksi ensiapupakkaukseksi. Pamfletissaan Liukas ja Mykkänen esittävät, että ohjelmoinnin opettaminen lapsille ja nuorille on ”välttämätöntä (...) Suomen tulevaisuuden ja kilpailukyvyn kannalta”, sillä ”panostamalla ohjelmointiosaamiseen Suomi sekä paikkaa alan työntekijävajetta että antaa nykyperuskoululaisille osaamista, jolla saa tulevaisuudessa töitä” (emt., 9, 54). Ideologia kiteytyy ehkä parhaiten oheiseen otteeseen:

Yksi keskeisimpiä kansantalouden mittareita on tuottavuus: kuinka tehokkaasti tuotamme tietyn panoksen. Tuottavuutta voi parantaa tekemällä samassa aikayksikössä enemmän työtä tai tekemällä saman työn nopeammin. (...) [Kun] suomalainen pelitalo Supercell kehittää tabletilla pelattavan pelin, sekä tuotteen monistaminen että jakeleminen ympäri maailmaa on käytännössä lähes ilmaista. (...) Juuri tämä on selitys sille, miksi Supercell teki vuonna 2013 tulosta peräti kolme miljoonaa euroa jokaista yrityksen noin sataa työntekijää kohden. Kun tuotteen monistaminen ja jakelu on ilmaista ja tuotteesta tulee maailmanlaajuisesti suosittu, sen tuottomahdollisuudet ovat rajattomat. Tällaisissa yhteyksissä tuottavuuden lisäyksessä ei puhuta yksittäisistä prosenteista vaan jopa sadoista prosenteista. Tämän takia ohjelmistopohjaiset tuotteet ja palvelut luovat ratkaisevaa kilpailuetua niille kansantalouksille, joiden ihmiset osaavat ohjelmoida. (Emt., 54.)

Olemme toki tietoisia siitä, että ohjelmoinnin opetusta ajavat tahot ovat esittäneet myös humanimpia perusteluita ohjelmoinnin opetuksen tärkeydelle. Esimerkiksi Liukas ja Mykkänen (emt., 57–58) mainitsevat kantavansa erityistä huolta siitä, että naiset ovat aliedustettuina IT-alalla. Vaikka jaamme heidän näkemyksensä siitä, että ohjelmistokehittäjien homogeenisyyteen liittyy ratkaisuja edellyttäviä ongelmia, tällaisista täydentävistä näkökulmista huolimatta ohjelmointiopetusagendan uusliberalistista työelämä- ja kilpailukykyvetoisuutta ei voi kaiken edellä esitetyn valossa sivuuttaa, etenkin, kun digitaalisesta liiketoiminnasta ja etenkin sen kansantaloudellisesta merkityksestä tavataan antaa epärealistisen myönteinen kuva. Tarkoitamme tällä sitä, että potentiaalista huolimatta alan yritysten kannattavuus ei ole itsestään selvää. Esimerkiksi maailman suosituin musiikin suoratoistopalvelu Spotify teki voitollisen vuosineljänneksen vasta kymmenen vuotta perustamisensa jälkeen. Vuodelle 2019 yhtiö kuitenkin varoitti jälleen mahdollisista tappioista.⁵ Toisaalta hyvin kannattavienkin digitaalisen toimialan yritysten työllistävä vaikutus voi olla suhteellisen pieni (ks. esim. OECD 2015): Vuonna 2015 suomalainen Supercell oli maailmanlaajuisesti tuottavin mobiilipeliyrittäjä, mutta tekemästään voitosta ja arvostaan huolimatta yrityksen henkilöstön lukumäärä oli tuolloin ainoastaan 176.⁶ Niin ikään aineettomien digitaalisten tuotteiden myynti ei edellytä yhtiön läsnäoloa markkina-alueella tai kohdemaassa (Hadzhieva 2019), joten verotuksen näkökulmasta hyödyt yhteiskunnalle eivät välttämättä jakaudu tasaisesti. Tämän lisäksi digitaalinen talous mahdollistaa yrityksille myös vero-optimoinnin kansainvälisillä järjestelyillä. Euroopan komissio on kiinnittänyt huomiota esimerkiksi Googlen verojärjestelyihin Irlannissa.⁷

Tuottavaa kansalaista tekemässä: Ohjelmoinnin opetus perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa

Tässä luvussa käymme läpi sitä, millaisena ohjelmoinnin opetuksen tavoitteet ja kontekstit POPSissa kuvataan. Ohjelmointi ei ole oma itsenäinen oppiaineensa, vaan niin sanottu läpäisyaine, jota harjoitellaan muiden sisältöjen ohella. Oppiainetasolla ohjelmointi kiinnitetään erityisesti matematiikkaan ja käsitöihin, mutta se linkitetään

yhteen myös neljän laaja-alaisen osaamisalueen kanssa. Ne ovat: 1) tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen, 2) oppimaan oppiminen ja ajattelun taidot, 3) yrittäjäyys ja työelämätaidot ja 4) monilukutaito (Opetushallitus 2014, 375). Laaja-alainen osaaminen määritellään tietojen, taitojen, arvojen, asenteiden ja tahdon muodostamaksi kokonaisuudeksi. Osaaminen tarkoittaa myös kykyä käyttää tietoja ja taitoja tilanteen edellyttämällä tavalla. Siihen, miten oppilaat käyttävät tietojaan ja taitojaan, vaikuttavat oppilaiden omaksumat arvot ja asenteet sekä tahto toimia. (Emt., 20.) Laaja-alaisen osaamisen juuret voidaan paikantaa globaaliin siirtymään kohti osaamisperusteista opetussuunnitelma-ajattelua, jonka tarvetta ja merkitystä perustellaan yleisesti sillä, että se vastaa nyky maailman ja tulevaisuuden kompleksisuuteen perinteistä oppiaineveitoista opetussuunnitelmaa paremmin (Palsa & Mertala 2019).

Yhteys tieto- ja viestintäteknologiseen osaamiseen on ilmeinen, onhan koodi kaikkea digitaalista teknologiaa pyörittävä elementti. Tässä osa-alueessa ohjelmointi on sijoitettu osaksi käytännön taitoja ja konkreettisiksi osaamistavoitteiksi nimetään, että oppilas osaa ohjelmoida yksinkertaisia ohjelmia sekä soveltaa ohjelmointia tuotteiden suunnittelussa ja valmistamisessa (Opetushallitus 2014, 157, 237, 375, 431.) Ajattelun taitojen näkökulmasta ohjelmointi kuvataan loogismatemaattisena kompetenssina – algoritmisen ajatteluna – jolla tarkoitetaan kykyä ongelmien systemaattiseen kartoittamiseen, toistuvien prosessien tunnistamiseen sekä niiden purkamiseen hallittavan pieniin osiin (Kekäläinen 2015). Esimerkiksi vuosiluokkien 7–9. matemaattisten taitojen kohdalla esitetään, että oppilasta tulee ohjata ”kehittämään algoritmista ajatteluaan sekä taitojaan soveltaa matematiikkaa ja ohjelmointia ongelmien ratkaisemiseen” (Opetushallitus 2014, 375). Sama ajatus esitetään opetushallituksen matematiikan opetuksen tukimateriaaleissa⁸ seuraavin sanoin:

Algoritminen ajattelu ohjaa purkamaan ongelman osiin, etsimään ongelmaan liittyviä toistuvia sääntöjä, luomaan yksikäsitteisiä toimintaohjeita ja yleistämään ja automatisoimaan ratkaisun. Ohjelmoinnissa algoritmi annetaan tietokoneelle sen ymmärtäminä toimintaohjeina.

Tomi ja Mikko Dufva (2016) kuvaavat tällaista lähestymistapaa metaforan ”koodi koneena” (*code as machine*) avulla. Se perustuu funktionaalisen ja arvovapaaseen näkemykseen koodista ja ohjelmoinnista ja siinä koodi määritellään peräkkäisinä ohjeina, jotka syötetään (tieto)koneeseen ja jotka (tieto)kone käsittelee. (Emt., 101.) Daniel Neyland (2015, 129) kuvaa samaa ilmiötä esittäessään, että ohjelmoijan tehtävä on rakentaa ulkoinen maailma algoritmisen koneen sisään. Kielikuva tarjoaa kaksi olennaista vihjettä funktionaalisen paradigman riittämättömyydestä. Ensinnäkään tämä niin kutsuttu ulkoinen maailma ei ole vain fyysikaalisten objektien maailma, vaan myös tunteiden ja sosiaalisten sopimusten ja konstruktoiden maailma; kompleksinen kokonaisuus, jonka muuntaminen ykkösiksi ja nolliksi on mahdotonta. Toisin sanoen aukottoman ja yksiselitteisen informaation sijaan koneen sisään rakennettu maailma koostuu viitteistä, vihjeistä tai indikaattoreista siitä ulkoisen maailman ilmiöstä, jota ohjelma pyrkii mallintamaan ja tulkitsemaan (ks. O’Neil 2016). Tämä logiikka redusoi-

tuu ontologiseen premissiin, että kaikki ongelmat ovat viime kädessä luonteeltaan matemaattisia (Selwyn 2015, 72), ja tällainen ajattelumalli voi johtaa eettisesti ongelmallisiin sovelluksiin, joita tarkastelemme lähemmin myöhemmin tässä artikkelissa. Toiseksi koodi (tai uutta koodia tuottava tekoäly) on aina ihmisten tekemien valintojen lopputulos. Jokaisessa koodatussa systeemissä heijastuvat tekijänsä arvot, maailmankuva ja ammatillinen identiteetti, mutta myös ne (usein taloudelliset) tavoitteet, joita varten ohjelma on kirjoitettu (Kitchin & Dodge 2011).

Dufvan ja Dufvan (2016, 101) mukaan funktionaalisessa näkemyksessä ohjelmoinnin opetuksen kasvatukselliset kysymykset rajoittuvat ohjelmoinnin työkalujen valintaan ja sellaisiin pedagogisiin ratkaisuihin, jotka käsittelevät ohjelmoinnin opetuksen funktionaalisia kysymyksiä: Ohjelmointi on työmarkkinoilla tarvittava taito ja opetettavan kielen ja opetusmenetelmien tulee olla linjassa tämän tavoitteen kanssa. Funktionaalinen ja työelämävetoinen paradigma on tunnistettavissa myös opettajien ohjelmointiosaamisesta ja täydennyskoulutuksesta käytävässä keskustelussa sekä täydennyskoulutustarjonnassa. Jälkimmäisestä oivan esimerkin tarjoaa Oulun kaupungin päätös⁹, että Suomen Koodikoulu Oy kouluttaa kaikki perusasteen 1–8. luokkien opettajat ohjelmointi- ja ohjelmoinnin opetustaitoisiksi. Kaikissa kouluissa otetaan lisäksi käyttöön Koodikoulun Oppimisen kirjasto -materiaali- ja menetelmäpaketti, joka Koodikoulun verkkosivujen¹⁰ perusteella koostuu yhdeksästä moduulista. Neljä moduuleista keskittyy ohjelmoituun lopputuotteeseen (pelit, sovellukset) ja kaksi yrittäjyyteen.

Esimerkki kuvastaa hyvin sitä, kuinka ohjelmoinnin opetuksen pitkän ja lyhyen tähtäimen taloudelliset hyödyt kietoutuvat yhteen. Ohjelmoinnin opettamisella osana perusopetusta pyritään maksimoimaan se potentiaalinen pooli, josta tulevat tietotekniikan opiskelijat valitaan. Toisaalta, koska ohjelmoinnin opetus ei ole kuulunut opettajankoulutuksen sisältöihin, tarvitaan laajamittaista täydennyskoulutusta, jota ostetaan yksityisiltä teknologia-alan toimijoilta. Stephen Ball & Deborah Youdell (2008) kutsuvat tätä ulkoiseksi yksityistämiseksi, jolla he tarkoittavat julkisen koulutuksen osa-alueiden avaamista yksityisille toimijoille (ks. myös Tervasmäki & Tomperi 2018, 180). Yksi ulkoiseen yksityistämiseen liittyvistä riskeistä on, että kaupallisten toimijoiden ideologiat ja intressit valuvat osaksi koulun käytäntöjä. Esimerkiksi Suomen Koodikoulun tapauksessa opeteltavat ja opettavat taidot ja sisällöt painottuvat tuotteiden, innovaatioiden ja yrittäjyyden ympärille, mutta monilukutaitoa ei mallin läpileikkaavassa yleisesittelyssä mainita lainkaan. Tämä on ongelmallista, sillä juuri monilukutaito on se väylä, jonka kautta ohjelmoinnin yhteiskunnalliset, poliittiset ja sosiaaliset ulottuvuudet, sekä niihin liittyvät valta-asetelmat voidaan tehdä näkyväksi.

Monilukutaidon pedagogiikka ja ohjelmoinnin opetus

Ohjelmoinnin opetuksen tavoin myös monilukutaito on uusi käsite ja sisältö perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa. Käsitteellä on kuitenkin jo yli 20-vuotinen historia ja sen juuret voidaan paikantaa The New London Group -tutkijayhteisön vuonna 1996 julkaisemaan *A Pedagogy of Multiliteracies: Designing Social Futures* pamfleettiin,

jolla kirjoittajat¹¹ pyrkivät vastaamaan kansalaisuuden, elämismaailman ja työelämän muutoksista kumpuaviin kasvatuksellisiin ja koulutuksellisiin haasteisiin (Kupiainen 2016, 25; The New London Group 1996). POPSissa (Opetushallitus 2014, 22) monilukutaito määritellään ensisijaisesti erilaisten tekstien tulkitsemisen, tuottamisen ja arvottamisen taidoksi. Semioottiseen teoriaan nojaten monilukutaito perustuu laaja-alaiseen käsitykseen tekstistä. Teksteillä tarkoitetaan tässä sanallisten, kuvallisten, auditiivisten, numeeristen ja kinesteettisten symbolijärjestelmien sekä näiden yhdistelmien avulla ilmaistua tietoa. Monilukutaito tukee kriittisen ajattelun ja oppimisen taitojen kehittymistä, ja sitä kehitettäessä tarkastellaan ja pohditaan myös eettisiä kysymyksiä.

Multiliteracies- ja monilukutaito-käsitteiden välillä ei ole täydellistä vastaavuussuhdetta. Koska käsitteiden välisiä eroja on käsitelty lukuisissa aiemmissa julkaisuissa (esim. Kulju ym. 2018; Kupiainen ym. 2015; Kupiainen 2016; Mertala 2018; Palsa & Mertala 2019; Palsa & Ruokamo 2015) esittelemme ne tässä yhteydessä vain lyhyesti ja keskeisimmiltä osin. Ensimmäinen huomio koskee ”literacy” ja ”lukutaito” -käsitteiden epäsuhtaa. Vaikka literacy voidaan kääntää lukutaidoksi, viittaa se myös moniulotteiseen sivistyksellisyyteen (Kupiainen ym. 2015, 14). Niin ikään ”multiliteracies” -kantasanan merkitys on tekstiä painottavaa monilukutaitoa laajempi. Se sisältää tekstien multimodaalisuuden lisäksi myös sosiokulttuurisen diversiteetin (Kupiainen 2016) sekä poliittisen ulottuvuuden, sillä lukutaitoisuus ja lukutaidottomuus tuottavat hyvin erilaisia yhteiskunnallisen toimijuuden ja kansalaisuuden mahdollisuuksia tai ”sosiaalisia tulevaisuuksia” (*social futures*), kuten asia The New London Groupin (1996, 60) pamfletissa ilmaistaan (ks. myös Kupiainen 2017). Kansainvälisessä kirjallisuudessa monilukutaitoa ei käsitellä myöskään opetuksen tuloksena tai kykynä vaan pedagogisina lähestymistapoina (Kulju ym. 2018; Palsa & Ruokamo 2015), joissa korostetaan, että opetuksessa tulee huomioida oppijoiden/kasvatettavien elämismaailma ja kokemustieto ja ymmärtää, että opetuksessa on mentävä kokemusten ja havaintojen taakse ja autettava oppilaita sijoittamaan ne osaksi laajempia viitekehyksiä. Tähän ulottuvuuteen viitataan kriittisen kehystämisen (*critical framing*) käsitteellä. Perimmäisenä tavoitteena on uudenlaisten toimijuuksien ja toimintatapojen luominen. (The New London Group 1996.)

Koodi sosiomateriaalisena tekstinä

Kotimaista monilukutaitokeskustelua on käyty pitkälti medialukutaidon (Palsa ym. 2019), uusien lukutaitojen (Kallionpää 2017), tiedonalakohtaisten tekstitaitojen (Sulkunen ym. 2019) ja taidekasvatuksen (Paatela-Nieminen & Kupiainen 2019) näkökulmista. Koodia ja ohjelmointia ja niihin liittyviä lukutaitotarpeita ei ole toistaiseksi lähestytty monilukutaidon viitekehyksestä käsin, vaan pääsääntöisesti funktionaalista tulkintaa noudattaen (Leino ym. 2019, Tanhua-Piironen ym. 2019). Esimerkiksi viimeisimmässä International computer and information literacy study (ICILS)-tutkimuksessa (Leino ym. 2019) monilukutaitoa ja ohjelmoinnillista ajattelua tarkasteltiin ja arvioitiin toisistaan erillisinä osa-alueina. ICILS:n tapauksessa syynä lienee kansainväliseksi vertailuksi rakennettu tutkimusasetelma, mutta laajemman keskustelun puutteen uskomme johtuvan ainakin osittain siitä, että monilukutaidon ja ohjelmoinnin välistä yhteyttä

ei käsitellä POPSissa muutoin kuin mainitsemalla monilukutaito yhtenä ohjelmointiin linkittyvänä laaja-alaisen osaamisen alueena (ks. esim. Opetushallitus 2014, 235, 375).

Vaikka koodia ei POPSissa monilukutaidon yhteydessä mainita eksplisiittisesti, se voidaan laajan tekstikäsitteilyn mukaisesti ymmärtää tekstinä. Koodin käsitteellistäminen tekstinä edellyttää kuitenkin funktionaalisen paradigman ylittämistä, ja jaamemekin Reijo Kupiaisen (2017, 213–214) näkemyksen tekstitapahtumista sosiomateriaalisina ilmiöinä, jossa tekstin merkitystä ei määrittele vain sen sisältö vaan myös se, mitä teksti tuottaa. Juha Rantala (2018, 105, 107) kuvaa samaa asiaa esittäessään, että koodi on moniulotteinen tekninen, sosiaalinen, materiaallinen ja symbolinen ilmiö, joka kaikesta abstraktiudestaan huolimatta on sidoksissa materiaaliseen perustaansa ja täten sillä on omat yhteiskunnalliset ja eettiset ulottuvuutensa (ks. myös Williamson 2017). Toisin sanoen koodi voi toimia tasa-arvoisesti uusia mahdollisuuksia tarjoavana palveluina, alustoina ja ajattelun välineinä, mutta se voi olla, on ollut ja todennäköisesti tulee olemaan myös vaikuttamisen, hallinnan ja manipuloinnin väline (Rantala 2018; ks. myös Morozov 2013; O’Neil 2016; Williamson 2017).

Tekstien ja vallan välisen suhteen käsittelyn voidaan ajatella olevan sisäänrakennettuna kaikkiin kriittisen tradition huomioiviin lukutaitomääritelmiin. Kuitenkin monilukutaidon pedagogiikan ajatukset tekstien, lukutaitojen ja sosiokulttuuristen roolien moninaisuudesta (The New London Group 1996) tekevät siitä toimivan viitekehyksen alati komplisoituvan maailman hahmottamiseen. Tekstien ja lukutaitojen näkökulmasta tarkoitamme tällä sitä, että koska algoritmisen vaikuttamisen ja hallinnan kentät ja muodot ovat kirjavia, myös niiden tunnistamisen, vastustamisen ja hyödyntämisen edellyttämät lukutaidot ovat moninaisia ja usein yhteen kietoutuneita. Esimerkiksi näkyvyyden saavuttaminen sosiaalisessa mediassa vaatii ymmärrystä algoritmien toiminnasta, huomiota herättävien julkaisujen narratiivisista rakennusaineista, sekä kohdeyleisön keskimääräisistä toimintatavoista. Tietoisuus edellä mainituista tekijöistä on myös olennainen osa kriittistä medialukutaitoa koneoppimisen aikakaudella (Valtonen ym. 2019).

Ajankohtaisen esimerkin algoritmisen mediaympäristön monisäikeisyydestä tarjoaa Yleisradion ja tekoäly-yrittäjä Mikko Alasaarelan projekti.¹² Marraskuussa 2019 Alasaarela julkaisi koulukiusaamista käsittelevän omakohtaisen kokemustekstin Facebookissa, Twitterissä ja LinkedInissä. Päivitys oli räätälöity maksimoimaan sekä sen näkyvyys että lukijoiden reagoitien määrä. Huomion ja vaikuttavuuden saavuttaminen ei ole sattumanvaraista. Ne edellyttävät ymmärrystä algoritmien ja julkaisualustojen toimintalogiikoista, mutta myös taitoa luoda tunteita herättävää sisältöä, joka saa ihmiset tykkäämään, jakamaan ja kommentoimaan julkaisua. Alasaarela toteaa itse käyttäneensä tietoisesti uskonnollisuuttaan ja kostofantasioitaan lukijoita provosoivina elementteinä. Toisaalta narratiivisen viitekehyksen kautta tarkasteltuna kiusaajien emotionaalisesti turvattomia lähtökohtia ymmärtävä ja anteeksiantoon päätyvä kirjoitus toimii kulttuurisena mallitarinana (Hänninen 1999) inhimillisyyden voimasta ja henkisestä kasvusta.

Julkaisuajankohta, tiistaiamu klo 9:30, valittiin sen perusteella, että silloin käyttäjät ovat todennäköisimmin valittujen julkaisualustojen äärellä. Tämänkaltainen käyttäjä käyttäytymisinformaatio johdetaan valtavasta määrästä digitaalisia datapisteitä, joita keräävät ja analysoivat sekä sivustot että ulkopuoliset trackerit kuten esimerkiksi

Google Analytics (Bailey ym. 2019). Kertomuksen julkaisumuoto myös räätälöitiin julkaisualustan perusteella: LinkedInissä (3074 reaktiota ja 254 kommenttia) ja Facebookissa (1100 reaktiota, 169 kommenttia ja 23 jakoa) kirjoitus julkaistiin yhtenä ehjänä kertomuksena, Twitterissä se puolestaan julkaistiin 32:sta twiitistä muodostuvana ketjuna. Ulkoiseen lähteeseen linkkaamiseen verrattuna twiittiketjun etu on se, että lukijat voivat reagoida aloitustwiitin lisäksi jokaiseen ketjun yksittäiseen twiittiin ja tämä tehostaa ketjun ja sen muodostaman kokonaisviestin näkyvyyttä. Tätä kirjoitettaessa, aloitustwiitti on kerännyt 2600 tykkäystä ja siihen ketjutetut 31 twiittiä yhteensä 5554 tykkäystä. Aloitustwiitissä on käytetty lisäksi tehokkeinoina kirjoittajan lapsuuskuvaa sekä aihetunnistetta #koulukiusaaminen. Kuvien on havaittu lisäävän julkaisujen houkuttelevuutta (Chang ym. 2015). Lapsuuskuvan käyttäminen antaakin kirjaimellisesti kasvot systemaattisesta ja väkivaltaisesta koulukiusaamisesta kärsineelle lapselle ja tekee kertomuksesta konkreettisen ja kokemuksellisen. Niin ikään aihetunnisteet, maltillisesti käytettyinä, parantavat viestien löydettävyyttä niin sovelluksen sisäisesti kuin hakukoneillakin etsittyinä (Koskela & Sihvonen 2018, 35–36).

Sosiokulttuurisessa viitekehyksessä tarkasteltuna Alasaarelan esimerkki osoittaa, että algoritmeja voidaan hyödyntää sosiaalisen oikeudenmukaisuuden edistämiseen ja että niitä voi käyttää hyväkseen myös yksittäinen toimija.¹³ Kuitenkin yleisempää on, että algoritmien valta kasaantuu taloudellisen ja poliittisen vallan kanssa. Data- ja algoritmitutkija Cathy O’Neil (2016) kuvaa kirjassaan *Weapons of Math Destruction* yksityiskohtaisesti, kuinka vakuutusyhtiöiden, pankkien ja työntekijöitä hakevien yritysten algoritmiperustaiset ranking-järjestelmät uusintavat ja vahvistavat vallitsevaa ja monilta osin epätasa-arvoista yhteiskuntajärjestystä. Yksi O’Neilin esimerkeistä on poliisin käyttämät ennakoivat profilointialgoritmit, joiden toimintaperiaatteita Michael Laakasuo ja Jussi Palomäki (2018, 50) havainnollistavat seuraavasti

Kuvitellaan Marko, joka menee parturiin ja rastoittaa hiuksensa. Tämän jälkeen hän matkustaa Amsterdamiin, ja kotiin palattuaan käy ”psy-trance” musiikkitaapahtumassa. Markon Spotify -soittolistalla on King Crimsonia, Toolia, Pink Floydia, ja Shponglea. Markon luottokortilla näkyy ostotapahtumina Boom-festivaalin lippu, luomuruokaa, altakastelu-ruukkuja, kasvilamppuja, soraa, ja kasvilannoitteita. Psykologisen tutkimuksen valossa tiedämme jo nyt, että kyseiset musiikkivalinnat, matkustuskohteet, ajanviettotavat ja hiustyyli liittyvät päihdemyönteisiin asenteisiin. Ei olisi siis ihme, jos tulevaisuudessa poliisi saisi automaattiselta profilointialgoritmilta hälytyksen käydä pidättämässä Marko mahdollisen huumerikoksen valmistelusta.

Laakasuo ja Palomäen sanavalinnat antavat ymmärtää, että suomalaisesta vinkkelistä katsottuna poliisin profilointialgoritmit ovat vielä dystooppisia visioita. Lainvalvonnan osalta näin voi ollakin, mutta oppimisanalytiikan yleistymisen myötä profilointialgoritmit alkavat valua osaksi koulun käytänteitä opiskelumenestyksen ennakkoinnin ollessa olennainen osa niiden toimintalogiikkaa (Mayer-Schönberger & Cukier 2014; Pappamitsiou & Economidies 2014). Kenties klassisin esimerkki oppimisanalytiikan soveltamisesta on pyrkiä tunnistamaan keskeyttämisaarassa olevat opiskelijat siten, että

opiskelemista hankaloitaviin tekijöihin voidaan puuttua riittävän ajoissa (Huhtala & Ihantola 2017, 4). Konkreettinen tapaus perusopetuksen kontekstista on oppilaiden matemaattisia väärinymmärryksiä tunnistava ViLLE-sovellus (Laakso ym. 2018), joka on osa laajempaa, kolmasosassa suomalaiskouluissa käytettävää ViLLE-oppimisympäristöä.¹⁴

Tällä esimerkillä haluamme korostaa kahta asiaa. Ensiksikin sitä, että ohjelmoinnin opetus ei itsessään tuo algoritmeja koululuokkiin vaan koulun ja luokan arjessa on käytänteitä, joissa algoritmit säätelevät, ohjaavat ja hallitsevat oppilaiden toimintaa, käytöstä ja kehoja sekä keräävät oppilaista dataa. Toiseksi, koulun ja koulun ulkopuolisen maailman algoritmiset käytännöt ovat huomattavan samankaltaisia. Esimerkiksi suuri osa kouluissa käytettävistä liikuntakasvatusteknologioista (esimerkiksi puettavat teknologiat kuten aktiivisuusrannekkeet ja urheilukellot) ja niiden käyttötavoista (oman suoriutumisen reaaliaikainen seuranta sekä suoriutumisen kehittyminen) ovat hyvin pitkälle identtisiä koulun ulkopuolisen välineistön ja käytäntöjen kanssa (Williamson 2015). Oppimisanalytiikka puolestaan on saanut innoituksensa liike-elämässä käytettävistä datanlouhinta- ja optimointityökaluista (Papamitsiou & Economides 2014). Samankaltaisuuksia korostamalla emme luonnollisestikaan väitä, että varhainen puuttuminen mahdollisi oppimisen ja/tai opiskelun haasteisiin olisi suoraan verrattavissa poliisin tekemään ennakoivaan pidätykseen. Tämä eriyvyys ei kuitenkaan poista sitä, että molemmassa tapauksissa interventiot tehdään datasta algoritmien avulla johdetun tulevaisuushypoteesin perusteella, mutta niiden seuraukset kohdistuvat lihaa ja verta olevaan subjettiin. Toisin sanoen profilointialgoritmi tuottaa Markosta ja oppilaasta niin kutsutun datakaksosen (*data double*, Haggerty & Ericson 2000), jonka perusteella luodaan hypoteesi tulevaisuuden Markosta ja oppilaasta.

Institutionaalisen kasvatuksen näkökulmasta syntyvä tilanne on ongelmallinen. On totta, että kasvatusta on aina osaltaan tulevaisuussuuntautunutta toimintaa, jossa tässä hetkessä tehdyillä teoilla pyritään vaikuttamaan suotuisasti kasvatettavan myöhempään elämään. Kuitenkin, jos tämän päivän oppilaaseen kohdistuvat ratkaisut tehdään vain tulevaisuutta ajatellen, typistetään lapsuus ja nuoruus pelkiksi välivaiheiksi matkalla aikuisuuteen. Tässä niin kutsuttua uutta lapsuudensosiologiaa (ks. James ym. 1998) edeltäneessä käsityksessä lapsi tai nuori on vain tuleva (*becoming*) ei oleva (*being*) subjekti (ks. Uprichard 2008). Kilpailukyvyyn varmistamiseen tähtäävä ohjelmoinnin opetus pohjautuu samalle asetelmalle. Veli-Matti Värri (2004, 21–22) kutsuu tätä funktionaaliseksi kasvatukseksi, jossa kasvatukselle on määritelty pragmaattinen päämäärä, esimerkiksi talouskasvun ja tuottavuuden edistäminen.

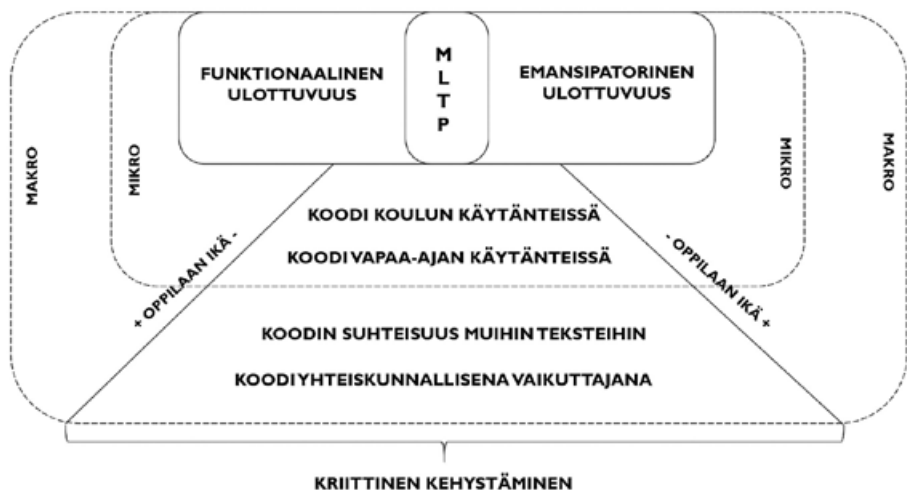
Monilukutaidon pedagogiikan näkökulmasta yksi ohjelmoinnin opetuksen ydintehävistä on tarjota oppilaille työkaluja kriittiseen toimijuuteen alati tihenevässä algoritmiviidakossa. Tämä edellyttää sitä, että algoritmisiin käytänteisiin ja teknologioihin liittyviä ongelmia ja epäkohtia tehdään näkyviksi oppilaille ja käsitellään heidän kanssaan. Yhtä olennaista on havainnollistaa algoritmien mahdollisuuksia sosiaalisen oikeudenmukaisuuden edistämisessä. Ajatus on yhtenevä Dufvan ja Dufvan (2016, 104–105) emansipatoriseksi nimeämän lähestymistavan kanssa, jossa huomioidaan koodiin liittyvät valta- ja poliittikkasidonnaiset kysymykset niin yksilön kuin yhteiskunnankin tasoilla. Olisi kuitenkin ulkokultaista kritisoida koulun ulkopuolisia algoritmisen hallin-

nan teknologioita ja samanaikaisesti altistaa oppilaat vastaavanlaisille teknologioille ja käytännöille koulussa. Toisin sanoen monilukutaidon pedagogiikka edellyttää myös koululta avointa kriittisyyttä omia algoritmisia käytänteitään ja järjestelmiään, esimerkiksi oppimisanalytiikkaa, kohtaan. Seuraavassa luvussa tarkastelemme, mitä monilukutaidon pedagogiikasta ammentava ohjelmoinnin opetus voisi käytännössä olla.

Kohti laaja-alaista ohjelmoinnin pedagogiikkaa

Vaikka edellisissä luvuissa olemme kritisoineet yksinomaan funktionaaliseen lähestymistapaan perustuvaa ohjelmoinnin opetusta, emme ehdota ohjelmoinnin opetuksen funktionaalisen ulottuvuuden hylkäämistä. Bill Greenin (1988) kolmiulotteisen lukutaidon mallia mukailleen funktionaalinen lähestymistapa tuottaa operationaalista lukutaitoa, kykyä lukea ja tuottaa tekstiä – tässä koodia – teknisesti, ja on siten olennainen osa monimuotoistuvaa lukutaitoa (ks. Kupiainen 2017; Opetushallitus 2014, 22). Sen sijaan haluamme korostaa, että funktionaalisen ulottuvuuden rinnalla tulee huomioida myös emansipatorinen ulottuvuus. Väitämme, että näiden kahden ulottuvuuden yhdistelmästä syntyvä laaja-alainen ohjelmoinnin pedagogiikka kykenee tarjoamaan oppilaille moninaisemman ja syvällisemmän ymmärryksen siitä, kuinka koodi vaikuttaa jokapäiväisessä elämässämme (Dufva & Dufva 2016, 109) ja edelleen laajemmin yhteiskunnassa. Näemmekin monilukutaidon pedagogiikan yhtenä keskeisenä antina sen, että se mahdollistaa jatkuvan vuoropuhelun mikro- ja makrotasojen välillä kriittisen kehystämisen kautta. Mikrotasolla tarkoitamme oppilaiden jokapäiväisiä ja välittömiä kokemuksia koodista sekä koulussa että sen ulkopuolella. Makrotasolla puolestaan tarkoitamme koodin yhteiskunnallista vaikuttavuutta ja merkittävyyttä. Ajatus laaja-alaisesta ohjelmoinnin pedagogiikasta on hahmottamisen helpottamiseksi mallinnettu kuvioon 1. Lyhenne MLTP viittaa siinä monilukutaidon pedagogiikkaan.

Kuvio 1. Laaja-alainen ohjelmoinnin pedagogiikka.



Pienempien lasten kanssa työskenneltäessä pysytellään pääsääntöisesti mikrotasolla eli konkretiassa sekä omakohtaisissa kokemuksissa ja niiden analysoinnissa. Näitä periaatteita noudattaen on onnistuttu opettamaan 3-6-vuotiaille lapsille perusasioita ubiikin tietoteknologian ja asioiden internetin kaltaisista abstrakteista ilmiöistä (Mertala 2020). Laaja-alaisen ohjelmoinnin pedagogiikassa olemme pilotoineet toiminnallisia menetelmiä, miten kiihtyvyyssanturitekologiaa hyödyntävien aktiivisuusrannekkeiden sokeita pisteitä (näistä tarkemmin seuraavissa kappaleissa) voidaan havainnollistaa 4–6-vuotiaille lapsille kontrolloimalla käsien liikeratoja liikuntakasvatustuokioiden aikana: käsien voimakas heiluttaminen lattialla istuen keryyttää askeleita, mutta käveleminen kädet paikallaan ei. Vanhempien lasten ja nuorten kanssa aletaan vähitellen käsitellä ulkoisen maailman ja sen digitaalisen mallinnuksen välisiä jännitteitä (Neyland 2015) myös makrotason näkökulmista käsin. Tästä tarjoamme esimerkkejä seuraavissa osioissa.

Liikuntateknologia ja kvantifoidut kehot

Tässä osiossa konkretisoimme mikro- ja makrotasojen sekä funktionaalisen ja emancipatorisen ulottuvuuden välistä vuorovaikutusta käyttäen esimerkkinä liikuntateknologioita ja kvantifioituja kehoja. Tähän teemaan olemme päätyneet kolmesta syystä, joista ensimmäinen on ajankohtaisuus. Huoli lasten ja nuorten vähäisestä liikkumisesta on julkisuudessa esillä lähes päivittäin (Merikivi ym. 2016, 7) ja tätä ongelmaa on institutionaalisen kasvatuksen piirissä lähdetty ratkaisemaan muun muassa digitaalisten teknologioiden avulla. Useimmiten tämä tarkoittaa erilaisten puettavien mittausteknologioiden, kuten aktiivisuusrannekkeiden ja sykemittarien, käyttämistä koululiikunnassa sekä niistä kertyvän datan analysointia ja hyödyntämistä liikuntakasvatuksen suunnittelussa ja oppilaiden arvioinnissa (Williamson 2015).¹⁵ Toinen peruste on läpäisevyys. Dataa keräävät liikuntateknologiat voidaan luokitella osaksi laajempaa seurantateknologioiden (*surveillance technologies*) joukkoa. Esimerkiksi lähes jokainen verkkosivu tallentaa siellä tehdyt klikkaukset datajäljiksi. Tällöin etenkin rekisteröityneiden käyttäjien toimintaa on yksinkertaista seurata ja hyödyntää esimerkiksi kohdennettuun markkinointiin ja personalisoituihin suosituksiin. Osviittaa näiden teknologioiden voimasta antaa se, että arvioiden mukaan yli 80 prosenttia videotuotopalvelu Netflixistä katsotuista ohjelmista ja elokuvista perustuu palvelun omien suosittelualgoritmien ehdotuksiin.¹⁶ Syistä kolmas on ajatus puettavista liikunta- ja hyvinvointiteknologioista intrasubjektiviivina viestintäteknologioina. Toisin kuin muut viestintäteknologiat (esimerkiksi radio, televisio, sosiaalisen median sovellukset) ne eivät niinkään välitä informaatiota taholta toiselle vaan itseltämme itsellemme. Ne keräävät käyttäjästäan dataa, jonka perusteella ne viestivät käyttäjälleen informaatiota tämän terveydentilasta, fyysisestä suoriutumuksesta tai levon laadusta, vain muutamia esimerkkejä antaaksemme. Toisaalta, vaikka korostamme puettavien seurantateknologioiden intrasubjektiviivisuutta, on niillä myös intersubjektiviivinen ulottuvuutensa. Valtaosa urheilukelloista voidaan linkittää omistajansa käyttämiin sosiaalisen median palveluihin, jolloin

ilmoitus tehdystä harjoituksesta päivittyy automaattisesti Facebookin, Instagramin ja muiden vastaavien palvelujen uutisvirtaan. Suoritusten jakamisen mahdollisuus ja saumaton integraatio sosiaaliseen mediaan ovatkin tärkeitä ominaisuuksia laitteiden loppukäyttäjille (Zhu ym. 2017). Jill Walker Rettberg (2017) viittaa tähän ilmiöön kvantitatiivisen itserepresentaation (*quantified self-presentation*) käsitteellä, jolla hän tarkoittaa numeerisen datan (esimerkiksi liikuttu etäisyys, kulutetut kalorit) käyttämistä itsen esittämisessä ja tuottamisessa: suuret numerot kertovat aktiivisesta ja aikaansaavasta ihmisestä.

Taulukkoon 1 on koottu esimerkinomaisesti kysymyksiä, teemoja ja ilmiöitä, joita liikuntatekniologioiden kautta on mahdollista tarkastella kriittisen kehystämisen avulla. Kunkin nelikentän sisältöä avataan tarkemmin taulukon jälkeen.

Taulukko 1: Esimerkkejä liikuntatekniologioiden mahdollisuuksista laaja-alaisessa ohjelmoinnin pedagogiikassa.

	Funktionaalinen ulottuvuus	Emansipatorinen ulottuvuus
Mikrotaso	Perehdytään käytettävän liikuntateknologian teknisiin ominaisuuksiin: <ul style="list-style-type: none"> - mitä / miten mittaa, - mitä / miten analysoi, - mitä / miten raportoi 	Analysoidaan käytettävän liikuntateknologian tuottamaa datakaksosta ja suoritusanalyyssejä kriittisesti <ul style="list-style-type: none"> - millaisiin taustatietoihin datakaksoson perustuu? - miksi on päädytty mittaamaan ja analysoimaan juuri tiettyjä muuttujia?
Makrotaso	Suunnitellaan, miten käytettävästä liikuntateknologiasta tunnistetut puutteet voidaan korjata niin, että sovellus huomioi paremmin sekä ulkoisen maailman että ihmisen sisäisen maailman kompleksisuuden <ul style="list-style-type: none"> - millaista funktionaalista ohjelmointiosaamista näiden parannusten tekeminen edellyttää 	Tarkastellaan liikuntatekniologioita osana laajempaa seuranta- ja kontrollitekniologioiden viitekehystä <ul style="list-style-type: none"> - quantified self -ilmiö ja "ulkoistettu" itsekontrolli - seurantatekniologiat ulkoisen kontrollin välineinä (esimerkiksi työelämässä)

Kriittinen kehystäminen ja mikrostason ilmiöt

Mikään mittaustekniologia ei ole täydellinen ja puettavista liikuntatekniologioista on tunnistettu huomattava määrä mittauksen ja analyysin tarkkuutta heikentäviä tekijöitä (van der Kruk & Reijne 2018). Williamson (2015, 140) kutsuukin liikuntatekniologioita lajittelusysteemeiksi, jotka nostavat esiin tiettyjä liikkumisen muotoja ja jättävät toiset huomioimatta. Lajittelu ei kuitenkaan rajoitu vain liikuntamuotoihin, vaan myös siihen muuttujapooliin, josta fyysistä aktiivisuutta indikoiva data kerätään. Kuten Tamara Sharon ja Dorien Zandbergen (2017, 1698) huomauttavat, liikuntatekniologiat ja muut puettavat digitaaliset mittausteokset korostavat tekijöitä, joista pysty-

tään tuottamaan numeerista dataa, mutta samanaikaisesti ne jättävät muita yhtä merkityksellisiä, mutta vaikeammin mitattavia tai analysoitavia tekijöitä vaille huomiota.

Teemme tätä valikointia ja epätarkkuutta näkyväksi käyttäen esimerkkinä Polar Active -aktiivisuusmittaria, jota hyödynnetään liikuntakasvatuksen työkaluna sekä perusopetuksessa että varhaiskasvatuksessa.¹⁷ Nimensä mukaisesti, aktiivisuusmittari monitoroi ja mittaa fyysistä aktiivisuutta. Käytetty mittausteknologia kuitenkin asettaa omat rajoituksensa sille, mikä aktiivisuudeksi määritellään. Polar Active käyttää aktiivisuuden mittaamiseen kiihtyvyyssanturia, jolloin fyysinen aktiivisuus redusoituu liikkeeksi. Kiihtyvyyssanturi ei täten huomioi pyöräilyä tai painoharjoittelua¹⁸, jolloin mittarin tuottama tieto fyysisestä aktiivisuudesta on parhaimmillaankin vain suuntaa antavaa. Summittaisuus on läsnä myös muissa sensoridatan muodoissa: Ihmisessä ei ole USB-porttia, johon kytkeydyttäessä saadaan tietoa vaikkapa syketasostamme vaan nämä ”tiedot” ovat vain keskiarvoja ja algoritmien varaan rakennettuja tilastollisia veikkauksia perustuen erilaisiin indikaattoreihin, sykemittauksen tapauksessa esimerkiksi verisuonten paisumiseen. Toisaalta USB-portin puuttuminen tarkoittaa myös sitä, ettei laite pysty lukemaan käyttäjänsä fyysistä kuntoa tai terveydentilaa. Tarkan ja reaaliaikaisen informaation sijaan datakaksosen lähtökohdan muodostavat sovellukseen syötetyt karkeat taustaparametrit: ikä, pituus, paino, sukupuoli sekä itsearvio keskimääräisestä liikunta-aktiivisuudesta. Näiden muuttujien pohjalta sovellus määrittelee käyttäjälleen aktiivisuusodotuksen (esim. askelmäärän), joka kunakin päivänä tulisi saavuttaa. Emansipatorisen ulottuvuuden näkökulmasta on olennaista pohtia, sitä voiko ihmistä redusoida muutamaan taustamuuttujaan ja tehdä näkyväksi oppilassubjektin ja datakaksosen välisiä eroja: Datakaksosen ei esimerkiksi sairastu tai kärsi polvivaivoista eikä algoritmisen koneen –tässä urheilukellon ja analyysisovelluksen– sisään rakennetussa maailmassa (ks. Neyland 2015, 129) tunneta myrskyjä tai 30 asteen pakkasia, jotka ovat merkityksellisiä yksilön arkiliikunnan mahdollisuuksille.

Tämän kaltaisten esimerkkien kautta on mahdollista havainnollistaa sitä, että liikuntateknologiat eivät lajittele vain liikkumismuotoja ja liikkumisen indikaattoreita, mutta myös liikkujia itsejään. Yksi kuvaava esimerkki on GPS-teknologia-yhtiö Garminin liikuntateknologiasovellus *Garmin Connectin* askelhaasteoiminto: Siinä ryhmät muodostetaan taustamuuttujiltaan samankaltaisista käyttäjistä ja ryhmästä toiseen siirrytään askelmäärien vertailuun perustuen: päivittäisen askelmäärän lisääntyessä ja/tai vähentyessä (ks. kuva 1).

Kuva 1. Kuvakaappaus Garmin Connectin askelhaasteesta



Askelhaasteen toimintalogiikka on yksinkertainen: kilpailuasetelman ajatellaan saavan ihmiset kävelemään enemmän ja lisääntynyt askelmäärä puolestaan johtaa fyysisen kunnon kehittymiseen. Askelmäärä ei kuitenkaan ole paras mahdollinen fyysistä kuntoa ja sen kehittymistä edesauttava mittari, vaan askelmääräkertymää merkittävämpi tekijä fyysisen kunnon kehittymiselle on esimerkiksi askelten intensiteetti eli kävelyvauhti (Tudor-Locke ym. 2019). Oppilaiden kanssa voidaankin pohtia sitä, miksi on päädytty mittaamaan ja vertailemaan juuri askelmääriä niiden intensiteetin ja rasittavuuden sijaan? Yksi mahdollinen selitys on, että askelmäärä on selkeä ja suoraivainen mittari: 10 000 askelta on enemmän kuin 8 000 ja toteutuneiden askelten lukumäärien vertailu yksinkertaisempaa kuin askelten tehojen. Toisaalta kyse on myös erilaisten mittareiden edellyttämistä teknisistä vaatimuksista: Siinä missä askelmäärään riittää pelkkä kiihtyvyyssanturi, edellyttää askeltehon mittaaminen ja analysointi sykkeenseurantaa ja GPS-paikannusta. Kaupallisten intressien merkitystä ei ole syytä aliarvioida. Sykkeenseurannan ja GPS-paikannuksen lisäämisellä tai aktivoinnilla on merkitystä käyttäjäkokemukselle, sillä erillisen sykevyyden käyttö sekä GPS-yhteyden jatkuvasta ylläpidosta johtuva latausvälin tiheneminen tekevät laitteesta epäkäytännöllisemmän ja vähemmän kiinnostavan. Rannesykemittauksen mahdollistava teknologia puolestaan nostaa laitteen tuotantokustannuksia ja jälleenmyyntihintaa, mikä johtaa potentiaalisen asiakassegmentin pienenemiseen.

Kriittinen kehystäminen ja makrotason ilmiöt

Makrotasolle siirryttäessä voidaan funktionaalisesta näkökulmasta pohtia sitä, kuinka koodia voidaan parantaa niin, että se huomioisi paremmin ulkopuolisen maailman kompleksisuuden. Yksi pohdittava kysymys on, voidaanko urheilukellon GPS-paikannus yhdistää avointa datarajapintaa hyödyntävän säädätin kanssa niin, että sovellus sopeuttaa päiväkohtaisen tavoitteen ja/tai suorituksen kuormittavuuden vallitseviin sääoloihin. Kysyä voi myös, pystyisikö sovellukseen ohjelmoimaan ominaisuuden, jonka avulla käyttäjä voi antaa tietoja omasta terveydentilastaan ja sovellus huomioisi tämän informaation määritellesään päivän aktiivisuustavoitteen? Molemmat esimerkit kuvaavat tilannetta, jossa ohjelman toiminta muokkautuu tilanteen mukaan joko automaattisesti (säaesimerkki) tai käyttäjän syöttämän informaation perusteella (terveysesimerkki). Ne ovat myös esimerkkejä ehtolausein toteutettavasta toiminnosta: jos ehto A toteutuu (esimerkiksi käyttäjä syöttää aktiivisuutta heikentävää informaatiota terveydestään) niin ohjelma suorittaa toiminnon Y (laskee päivittäistä aktiivisuustavoitetta tietyn prosenttimäärän).

Vaikka varsinaista ehtolauseiden kirjoittamista kannattaa harjoitella yksinkertaisesti tehtävänänsä, tämänkaltaiset pohdintatehtävät ovat omiaan tekemään näkyväksi funktionaalisen ja emansipatorisen näkökulman erottamattomuutta: Ne tekevät oppilaille näkyväksi ulkoisen (tai ihmisen sisäisen) maailman binääriseen mallintamiseen liittyviä haasteita, ongelmia ja rajoituksia, mutta myös antavat heille työkaluja mallinnusten kehittämiseen. Toisin sanoen, vaikka koodinparannustehtävän lähtökohtainen tarkastelukehys on funktionaalinen, vaatii tehtävä oppilasta pohti-

maan kriittisesti sitä, ovatko ihmisten arviot omasta terveydentilastaan yhteismittaluisia, mitkä ovat ohjelman huomioimat sää- ja terveysparametrit ja millä tavoin ne siihen vaikuttavat tai pystyykö laitteeseen koskaan ohjelmoimaan todellista minää vastaavaa käyttäjää. Pohdintatehtävän kautta voidaan niin ikään havainnollistaa sitä, että useimpien liikuntatekniologioiden (ja modernien teknologioiden ylipäättään) ohjelmisto on suljettua, eikä sitä pysty itse ohjelmoimaan tai muuttamaan.

Emansipatorisesta näkökulmasta liikuntatekniologioita voidaan tarkastella osana laajempaa seuranta- ja kontrollitekniologioiden viitekehystä. Tarkastelu voidaan kytkeä esimerkiksi *quantified self* -ilmiöön sekä biohakkerointiin, joissa korostuu ajatus ihmisyyden ja elämän eri osa-alueiden, esimerkiksi terveyden, optimoinnista itsestä kerätyn datan ja sen automaattisen analysoinnin perusteella. Vaikka tällä niin kutsutulla itseseurannalla voi olla suotuisia terveysvaikutuksia, useat tutkijat (esim. Ruckenstein 2014; Sharon 2017) näkevät siinä myös riskejä, joista yksi keskeisimmistä liittyy jo aiemmin käsiteltyyn mittaustarkkuuteen. Esimerkiksi kuluttajataso unimitarit erottavat huonosti eri univaiheet toisistaan, jolloin niiden tuottamat analyysit ovat epätarkkoja ja epäluotettavia¹⁹ ja orjallisesti uskottuina pahimmillaan terveydelle vahingollisia. Toisin sanoen, vaikka itseseurantaa markkinoidaan tietoperusteisuudella ja tarkkuudella, ovat laitteiden ja sovellusten tuottamat analyysit ja suositukset kuitenkin vain erilaisilla indikaattoreilla tuotettuja tulkintoja, jotka tyypistävät terveyden kaltaiset kompleksiset ilmiöt muutamaa mitattavaan määreeseen (Sharon & Zandbergen 2017). Tällaisen reduktionistisen logiikan on esitetty määrittävän itseseurannan ihmiskäsitystä. Uhkaksi nähdään, että automaattisten analyysien kautta tuotettu käsitys itsestä tyypistää ja kaventaa minäkäsitystä, sillä itseseurantalaitteiden lupaama tarkka ja totuudenmukainen kuva käyttäjästä on viime kädessä yksilolotteinen ja vajavainen heijastus inhimillisen ja sosiaalisen maailman monimuotoisuudesta ja monimutkaisuudesta. (Ruskoff 2013; Sharon & Zandbergen 2017.) Edellisessä kappaleessa käsitellyn askelhaasteen tapaisten kilpailuasetelmien kautta onkin mahdollista tarkastella kriittisesti laitteen sisälle rakennetun maailman lineaarisesti kehittyvää ja päivä päivältä tulostaan parantavaa ihmisideaalia.

Vähintään yhtä olennaista on huomioida seuranta- ja paikannustekniologioiden laajempi rooli yhteiskunnassa. Kuten aiemmin esitimme, ohjelmoinnin opetuksen tarpeellisuutta perustellaan usein kilpailukyvyyn ja yhteiskunnallisen taloudellisen hyödyn kautta (ks. esim. Liukas & Mykkänen 2014; Williamson ym. 2018). Näissä puheenvuoroissa ei kuitenkaan oteta huomioon sitä, että mahdollinen taloudellinen hyöty jakaantuu epätasaisesti ja noudattaa yhteiskunnan vallitsevia valta-asetelmia niitä pahimmillaan vahvistaen. Esimerkkejä siitä, kuinka seurantatekniologiat helposti muuttuvat luokkaeroja korostaviksi kontrollivälineiksi löytyykin runsaasti. Esimerkiksi maailman suurin verkkokauppa Amazon seuraa pakkaustyöntekijöiden tehokkuutta mittaamalla työtehtävistä poissaoloa, eli niin sanottua TOT-arvoa (Time Off Task). Mikäli TOT-arvo ylittää 30 minuutin rajan, työntekijä saa sovellukselta automaattisen varoituksen. Tämän jälkeen esimies vaatii työntekijältä selvityksen poissaolon syystä. Jos selitys on hyväksyttävä, esimies voi mitätöidä varoituksen. Jos TOT-arvo ylittää kaksi tuntia, on seurauksena erottaminen.²⁰ Niin ikään rikoksia ennakoivat profiloin-

tialgoritmit kohtelevat eri tyyppisiä rikoksia ja rikollisia tavoin. Kuten O’Neil (2016, 84–104) huomauttaa, algoritmien avulla on kyetty ennustamaan esimerkiksi murtoja ja ryöstöjä, joiden tekijät ovat usein työttömiä tai tulevat alemmista sosioekonomisista luokista. Samanaikaisesti profilointialgoritmit ovat kuitenkin sokeita veropetoksille ja muille vastaavanlaisille valkokaulusrikollisuuden muodoille.

Pedagoginen itsekritiikki

Kaikissa tähän asti esitellyissä esimerkeissä kriittinen kehystäminen on kohdistunut joko teknologiaan ja koodiin itseensä tai niiden rooliin hallinnan ja kontrollin välineinä koulun ulkopuolella. Kuten aiemmin esitimme, koulun tavoissa käyttää algoritmipohjaisia sovelluksia toisintuvat samat periaatteet kuin muualla yhteiskunnassa. Tämä pätee myös liikuntateknologioihin, sillä liikkuja – tässä oppilaita – sekä liikkumismuotoja luokitellaan niiden kautta samalla tavoin sekä koulussa että muissa konteksteissa. Tarkastelemme ensimmäiseksi oppilaiden luokittelamista käyttäen esimerkkinä reaaliaikaista sykkeenseurantaa (ks. kuva 2), jota opettajat kertovat hyödyntävänsä heijastamalla ryhmäkohtaiset syketiedot liikuntasalin näytölle motivoimistarkoituksin.²¹

Kuva 2. Polar GoFit -sovelluksen tavoitenäkymä.



Kuva 2 on esimerkki PolarGoFit:in sykkeenseurantanaikymästä. Oppilaan nimen alla oleva pyöreä kenttä ilmaisee, onko oppilas tavoitesykealueella (vihreä) vai ei (punainen). Sen vieressä olevat numerot ilmaisevat puolestaan tavoitealueella vietetyn ajan minuutteina ja sekunteina. Alarivin pyöreät symbolit ovat saavutettuja merkkejä eli

palkintoja, joita oppilaat saavat vietettyään kymmenen minuuttia tavoitesykealueella. Siinä missä muut oppilaat ovat viettäneet tavoitealueella yli 30 minuuttia ja keränneet kolme merkkiä, on oikean yläkulman Anthony ollut tavoitealueella alle 10 minuuttia. Täten hänellä ei ole yhtään merkkiä ja hän muodostaa oman yhden hengen luokkansa. Kaikki tämä informaatio on koko ryhmän nähtävillä ja toisin kuin tilanteessa, jossa ihminen itse päättää jakaa esimerkiksi sykemittarinsa tietoja sosiaalisessa mediassa, sykeprojektiossa oppilaalla on hyvin rajalliset mahdollisuudet vaikuttaa siihen, millaisena hänet julkisella tulostaululla esitetään ja tuotetaan. Kuten askelhaaste-esimerkissä esitimme, julkinen luokittelu on olennainen osa liikuntateknologioiden toimintalogiikkaa. Se on kuitenkin ristiriidassa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden kanssa: Oppilaiden välisen vertailun sijaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet korostavat yhteisöllisyyttä yhtenä liikuntakasvatuksen ydinarvoista. Arvioinnissa puolestaan painotetaan kannustavan palautteen merkitystä, sillä sen nähdään tukevan oppilaan myönteistä käsitystä itsestä liikkujana. (Opetushallitus 2014, 273, 275, 433.)

Toinen luokitteluun liittyvä haaste kulminoituu liikuntakasvatuksen tavoitteiden ja mittareiden tunnistamien aktiivisuusmuotojen väliseen osittaiseen epäsuhtaan. Esimerkiksi päiväkotiketju Touhula perustelee aktiivisuusmittarin käyttöä seuraavasti:

”päiväkodeissa pyritään saavuttamaan liikuntasuosituksen mukainen määrä liikuntaa päivittäin (...) [a]ktiivisuusmittari kertoo helposti ja selkeästi kuinka paljon päivän aikana on istuttu, seisoskeltu tai liikuttu. Mitatun tiedon avulla toiminnan laatua on helppo seurata”²²

Liikkeen määrä ei ole kuitenkaan ainoa varhaiskasvatuksen tai perusopetuksen liikuntakasvatuksen laatua määrittelevä tekijä. Olennainen osa varhaiskasvatuksen esi- ja alkuopetuksen liikuntakasvatuksen sisältöjä on staattisten tasapainotaitojen harjoittelu, jossa kehon painopiste mukautetaan paikallaan olevaan tukeen (esimerkkinä yhdellä jalalla seisominen).²³ Näiden tavoitteiden saavuttamista ei aktiivisuusmittarilla voi seurata. Kuitenkin mittareita markkinoidaan kouluihin ja päiväkoteihin lupamalla, että ”raporttien avulla liikunnanopettajat voivat osoittaa esimerkiksi määrära-
hahakemuksia varten (...) kuinka paljon oppilaat ovat kehittyneet”²⁴.

Esittämämme kriittisten havaintojen perusteella liikuntakasvatuksen laadun ja oppilaiden kehittymisen arviointi pelkillä mittareilla on monin tavoin ongelmallista. Kuten Neil Selwyn (2015, 72) huomauttaa, mittareihin perustuva arviointikuluttuuri alkaa helposti ohjaamaan opetuksen suunnittelua ja tuottamaan kasvatuksen käytäntöjä, jolloin mittalaitteista ja niiden analyysisovelluksista tulee apuvälineiden sijaan itsearvoisia tavoitteita. Tilanne on pedagogisesti kestävä, sillä vaikka Polarin väittämässä toisintuu quantified self -ilmiöstä tuttu seurantalaitteiden tietoperustaisuutta korostava retoriikka, eivät mittarien keräämä data ja algoritmien siitä johtamat analyysit ole tässä tapauksessa aukoton ja absoluuttinen totuus vaan tulkinvarainen arvio (ks. sykkeenseurantaesimerkki). Toiseksi, riippuen käytettävästä teknologiasta, eri liikuntamuodot asettuvat eriarvoiseen asemaan suhteessa siihen, millaisen

toiminnan laite tunnistaa liikunnaksi (ks. kiihtyvyyssanturiesimerkki) eikä tämä asetelma ole välttämättä yhtenevä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden linjausten kanssa.

Lopuksi

Tässä artikkelissa olemme esittäneet näkemyksen monilukutaidon pedagogiikasta (The New London Group 1996) ammentavasta laaja-alaisesta ohjelmoinnin pedagogiikasta, jossa koodi ymmärretään sosiomateriaalisena tekstinä. Valitsemamme näkökulma laajentaa vallitsevaa funktionaalisesti painottunutta ohjelmointikäsitystä ottamalla huomioon koodin monikerrokselliset sosiaaliset, yhteiskunnalliset ja eettiset ulottuvuudet (ks. Kupiainen 2017; O’Neil 2016; Rantala 2018), jotka nykyaikaisessa mediakulttuurissa saavat ilmiänsä muun muassa datapisteisiin perustuvana kohdennettuna mainontana ja sisältösuosituksina (Valtonen ym. 2019) sekä ihmisiä lajittelevina profilointialgoritmeina (O’Neil 2016). Vaikka artikkelin näkökulma on kriittinen, emme halua leimautua algoritmidytopikoiksi, jotka eivät näe automatisoiduissa ratkaisuisissa ja käytänteissä mitään muuta kuin uhkia. Olemme tietoisia siitä, että liikuntakasvatusteknologioista ja oppimisanalytiikasta on havaittu joissain tapauksissa olevan oppilaille hyötyä (esim. Brinkhuis ym. 2018; Byun ym. 2018). Niin ikään, vaikka korostamme emansipatorisen lähestymistavan tärkeyttä ohjelmoinnin opetuksessa, emme vähättele, saati kiellä funktionaalisen ohjelmoinnin opetuksen merkitystä ja tarpeellisuutta. Päinvastoin, näemme ne toisiaan täydentävinä tulokulmina, jotka molemmat ovat välttämättömiä ohjelmoidun toimintaympäristömme ymmärtämiseksi.

Onkin aiheellista kysyä, voiko kriittisyys ja emansipatorisuus olla ylipäätään mahdollista ilman jonkinlaista funktionaalista ymmärrystä siitä, miten koodia tuotetaan? Funktionaalinen ymmärrys ohjelmoitujen ympäristöjen toimintalogiikasta sekä niiden mahdollisuuksista ja rajoituksista antaa konkreettisia työkaluja ulkoisen maailman ja sen digitaalisen mallinnuksen jännitteisyyden hahmottamiseen (Neyland 2015). Tästä oiva esimerkki on taiteilija Simon Weckertin luoma kuvitteellinen liikennekuuhka²⁵, jonka hän toteutti kuljettamalla 99 matkapuhelinta käsikärryssä berliiniläisellä kadulla. Jokaiseen puhelimeen oli ladattu ja avattu Googlen kartta- ja navigointisovellus Google Maps. Puhelinten samasta paikasta lähettämät signaalit sekä hidas etenemisvauhti saivat karttasovelluksen algoritmin päättämään, että alueella on liikennekuuhka ja se alkoi suositella autoilijoita välttämään aluetta. Projektillaan Weckert halusi tehdä näkyväksi interaktiivisilla kartoilla olevaa valtaa, tiedon kontrollointia sekä ihmisten käytöksen ja mielipiteiden muutosta. Vaikka Weckertin projektin lähtökohdat ja tavoitteet olivat emansipatorisia, sen toteuttaminen ei olisi ollut mahdollista ilman funktionaalista ymmärrystä sovelluksen algoritmin toiminnasta.

Koemme myös aiheelliseksi korostaa, että laajentamalla ohjelmoinnin opetuksen määritelmää, emme halua tukea tai ylläpitää niin kutsuttua koulu hoitaa -diskurssia, jossa pienten ja suurten yhteiskunnallisten ja yksityisten epäkohtien korjaamisen

vastuun ajatellaan olevan vain ja ainoastaan koululla ja jossa kymmeneen viikkotuntiin edellytetään sisällytettävän 20 viikkotunnin verran tavoitteita ja sisältöjä.²⁶ Tästä syystä pidämme velvollisuutenamme esittää konkreettisia avauksia siihen, mistä aika ja tila laaja-alaiselle ohjelmoinnin pedagogiikalle voisi löytyä.

Ohjelmoinnin opetus ja monilukutaito ovat molemmat niin kutsuttuja läpäisyaineita, joita on tarkoitus harjoitella osana jokaista oppiainetta. Siinä missä ohjelmoinnin funktionaalinen ulottuvuus sijoitetaan POPSissa selkeästi osaksi matematiikan ja käsi-työn opetusta (Opetushallitus 2014, 129, 235, 271, 379, 431) emansipatorisen ulottuvuuden paikantamiseen POPS ei tarjoa eksplisiittisiä suuntaviivoja. Monilukutaidon yhteydessä tavataan korostaa eri oppiaineiden merkitystä tiedonalakohtaisten tekstitaitojen opettamisessa ja "[o]pettajan tehtävänä on näyttää, miten esimerkiksi fysiikan, biologian tai vaikkapa kaunokirjallisten tekstien kanssa toimitaan, miten niiden merkityksiä avataan" (Luukka 2013). Tämä pätee myös koodiin, ja koodin yhteiskunnallisen ulottuvuuden tarkastelu löytääkin luontevasti paikkansa yhteiskuntaopin alta, sillä siinä

(...) oppiaineen tehtävänä on antaa yhteiskunnan toiminnasta ja kansalaisen vaikutusmahdollisuuksista tiedollinen perusta sekä rohkaista oppilaita kehittymään oma-aloitteisesti yhteiskunnallisiksi ja taloudellisesti toimijoiksi (Opetushallitus 2014, s. 419).

Edellisessä luvussa sivuttu Amazonin harjoittama työntekijöiden systemaattinen automatisoitu seuraaminen ja kontrollointi on yksi konkreettinen esimerkki ohjelmoinnin opetuksen emansipatorisen ulottuvuuden sisällyttämisestä osaksi yhteiskuntaopin teemoja. Taloudellisen toimijuuden näkökulmasta mielekäästä ja tarpeellista on tarkastella kohdennetun mainonnan ja suosittelualgoritmien merkitystä ihmisten kulutuskäyttäytymiseen käyttäen esimerkkinä vaikkapa aiemmin mainittua Netflixiä tai muita vastaavan kaltaisia palveluita.

Vaikka läpäisyaineet tarjoavat mahdollisuuden ilmiöiden monialaiseen ja monipuoliseen tarkasteluun, on niiden ongelma se, että niiden käsittely jää helposti pintapuoliseksi tai jopa olemattomaksi, koska ne eivät ole varsinaisesti kenenkään vastuulla. Tästä edustava esimerkki on mediakasvatus, joka ei yrityksistä huolimatta ole juurtunut osaksi perusopetuksen tai opettajankoulutuksen arkea (Korhonen & Rantala 2007; Salomaa ym. 2017). Oppiainevetoisen lähestymistavan haasteeksi puolestaan näemme sen, että mikäli funktionaalista ja emansipatorista ulottuvuutta käsitellään aina erikseen, on todennäköistä, ettei koulu kykene tarjoamaan oppilaille riittäviä eväitä ohjelmitujen ympäristöjen kokonaisvaltaiseen hahmottamiseen. Tarve on kuitenkin ilmeinen, sillä lapset ja nuoret eivät opi tunnistamaan algoritmisen ohjailun erilaisia muotoja informaalin oppimisen kautta (Bowler ym. 2017; Pangrazio & Selwyn 2018). Esimerkiksi Luci Pangrazion ja Neil Selwynin (2018, 5) tutkimukseen osallistuneet nuoret kokivat olevansa kriittisiä personoitua mainontaa kohtaan, jota he pitivät lähinnä ärsyttävänä. Samanaikaisesti heidän käsityksensä sijaintidatan keräämisen laajuudesta oli puutteellinen ja monet nuoret uskoivat sijaintidataa kerättävän vain silloin, kun he käyttävät navigointisovelluksia (Emt., 5). Tämä väärinkäsitys on ongelmallinen muun muassa siksi, että kohdennettu mainonta hyödyntää usein sijaintidataa (Rosenkrans

& Myers 2018). Käytännössä tämä voi tarkoittaa sitä, että mainonnassa painottuvat lähistöllä olevat palvelut, joiden näkyvyys määrittyy esimerkiksi kellonajan perusteella: aamulla ja iltapäivällä näkyvyyttä saavat kahvilat, lounasaikaan ravintolat ja niin edelleen. Niin ikään erilliset mainosbannerit eivät ole personoidun verkkomainnon ainoa muoto. Esimerkiksi Twitterissä mainokset ovat varsin sofistikoituneita ja ne erottaa muista uutisvirran viesteistä vain twiitin alareunan pienellä kirjoitettu ”mainostettu” -tunniste. Toisin sanoen, algoritmisen ohjailun hienovaraisemmat muodot jäävät helposti tunnistamatta ja käsitys omasta kriittisestä lukutaidosta voi olla vääristyneen myönteinen.

Edellä läpikäyty esimerkki tekee näkyväksi myös mediakasvatuksen ja ohjelmoinnin opetuksen välisten raja-aitojen keinotekoisuutta (ks. myös Valtonen ym. 2019). Ideaalitulanteessa funktionaalista ja emansipatorista ulottuvuutta tarkasteltaisiin rintarinnan esimerkiksi kahden eri läpäisy- tai oppiaineen tavoitteiden kautta. Tällaiset integraatiot ovat kenties helpoin toteuttaa alakoulussa, jossa luokanopettaja vastaa lähes kaikkien aineiden opetuksesta. Tutkimuskirjallisuudesta on löydettävissä esimerkkejä liikuntakasvatusteknologioiden keräämän datan hyödyntämisestä tilastotieteen alkeiden opetuksessa (Lee ym. 2016). Yläkoulun aineenopettajavetoinen toimintamalli asettaa kuitenkin omat haasteensa ohjelmoitujen ympäristöjen laaja-alaiseen käsittelyyn. Yksi POPSin tarjoama mahdollisuus tämän ongelman ratkaisemiseen ovat monialaiset oppimiskokonaisuudet. Niillä tarkoitetaan useita oppiaineita integroivia eheytyttäjä kokonaisuuksia, joilla tavoitellaan erityisesti laaja-alaisen osaamisen kehittymistä ja joita koulujen tulee tarjota oppilaille vähintään kerran lukuvuodessa (Opetushallitus 2014, 31). Toisin sanoen monialaisten oppimiskokonaisuuksien kontekstissa ohjelmoitua toimintaympäristöä tai jotain sen arkipäiväistä sovellusta tarkastellaan eri oppiaineiden näkökulmasta ja otetaan huomioon sekä funktionaalinen että emansipatorinen näkökulma.

Näitä pedagogisia visioita esitellessämme olemme tietoisia siitä, että ohjelmoinnin opetus tai monilukutaidon pedagogiikka eivät ole toistaiseksi juurikaan sisältyneet opettajien peruskoulutukseen. Lisäksi, kuten artikkelin alkupuolella esitimme, ohjelmoinnin opetuksen täydennyskoulutus on kaupallisten toimijoiden tuottamaa ja siinä näyttää painottuvan funktionaalinen ohjelmointikäsitteet sekä ohjelmoinnin yhteydet tuotteiden luomiseen ja yrittäjyyteen. Funktionaalisuus on hallitseva näkökulma myös avoimissa ja ei-kaupallisissa pedagogisissa tukimateriaaleissa.²⁷ Siten sekä perus- että täydennyskoulutuksessa on tarve etenkin ohjelmoinnin opetuksen emansipatorisen ulottuvuuden käsittelyyn ja jäsentämiseen. Koska ohjelmoitujen ympäristöjen rooli ja merkittävyys elämämaailmassamme tuskin tulee heikkenemään, on laaja-alaisen ohjelmoinnin pedagogiikan huomioon ottaminen haaste, johon opettajankoulutuksen tulee kyetä vastaamaan. Toivomme artikkelimme tarjoavan virikkeitä tämänkaltaiseen kehitystyöhön; liikuntateknologiaosuutemme esimerkit ovat relevantteja tehtäviä toteuttaa myös osana opettajankoulutusta. Toisaalta datakaksos-tematiikan käsitteilyn voi ajatella löytävän luontevasti paikkansa kasvatusfilosofian yhteydestä. Erityisen kiintoisaa ja hedelmällistä voisikin olla tarkastella datakaksosia suhteessa dialogisen kasvatuksen ja pedagogisen suhteen käsitteisiin ja teorioihin.

Viitteet

- 1 <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/opettajien-puutteelliset-taidot-uhkaavat-koodausopetusta-vaikka-olisi-kiinnostusta-ei-ole-resursseja/6556754#gs.dlgz6f>
- 2 <https://moreenimedia.uta.fi/2018/02/06/koodaus-on-tulevaisuuden-kansalaistaito-ohjelmoimaan-voivat-oppia-niin-tenavat-kuin-seniorit/>; <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/koodaus-osaksi-opetussuunnitelmaa-ohjelmointi-on-tarkea-kansalaistaito/6019126#gs.z3h4xx>; https://www.menaiset.fi/artikkeli/ajankohtaista/tama_uusi_kansalaistaito_kannattaa_naistenkin_opetella
- 3 https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kysymys/Documents/kk_870+2013.pdf#search=ohjelmointi
- 4 https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kysymys/Documents/kk_870+2013.pdf#search=ohjelmointi
- 5 <https://uk.reuters.com/article/us-spotify-tech-results/spotify-posts-first-ever-operating-profit-but-cautious-outlook-for-2019-idUKKCN1PV15L>
- 6 <https://yle.fi/uutiset/3-8730380>
- 7 <https://www.irishtimes.com/business/eu-scrutinises-google-s-tax-arrangements-in-ireland-1.3859945>
- 8 https://web.archive.org/web/20161228221956/http://www.edu.fi/perusopetus/matematiikka/ops2016_tukimateriaalit/ohjelmointi
- 9 <https://www.kaleva.fi/uutiset/oulu/oulu-kaupunki-tarjoaa-ohjelmointikoulutusta-kaikille-peruskoulujen-opettajille/809550/>
- 10 <https://codeschoolfinland.com/fin/ohjelmoinnin-oppimisen-kirjasto/>
- 11 The New London Group -kollektiiviin kuuluivat Courtney Cazden, Bill Cope, Norman Fairclough, Jim Gee, Mary Kalantzis, Gunther Kress, Allan Luke, Carmen Luke, Sarah Michaels ja Martin Nakata.
- 12 <https://yle.fi/uutiset/3-11065996>
- 13 Tässä kohden on syytä huomauttaa, että Alasaarela on korkeakoulutettu, ”algoritmineroksi” tituleerattu tekniikan ja kaupallisen alan ammattilainen eikä sinänsä edusta niin sanottua keskimääräistä kansalaista. Ylen jutussa Alasaarela myös huomauttaa, että hänellä on ”apunaan verkosto, joka tukee tykkäämällä, jakamalla ja kommentoimalla hänen päivityksiään”.
- 14 <https://oppimisanalytiikka.fi/2019/#>
- 15 ks. myös <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/teknologia-liikunnan-opetuksessa>
- 16 <https://uxplanet.org/netflix-binging-on-the-algorithm-a3a74a6c1f59>
- 17 https://www.polar.com/fi/b2b_tuotteet/liikuntakasvatus; <https://touhula.fi/en/partner/polar-electro/>
- 18 https://support.polar.com/e_manuals/Active/Polar_Active_user_manual_Suomi/Polar_Active_user_manual_Suomi/Polar_Active_kayttoohje_FI.pdf
- 19 <https://www.mikrobitti.fi/uutiset/ala-usko-unimittaria/85aa7b63-d169-3e4f-b9bb-84c1161c688f>
- 20 https://cdn.vox-cdn.com/uploads/chorus_asset/file/16190209/amazon_terminations_documents.pdf
- 21 Toimintakuvaukset on koottu Polarin kotisivujen liikuntakasvatusosioista (https://www.polar.com/fi/b2b_tuotteet/liikuntakasvatus), jossa liikunnanopettajat kertovat, millä tavoin Polarin tuotteita käyttävät ja millaista hyötyä ovat niistä kokeneet saavansa.
- 22 <https://touhula.fi/en/partner/polar-electro/>
- 23 https://edu.fi/ops2016_tukimateriaalit/liikunnan-tavoitteisiin-liittyvat_keskeiset_sisaltoalueet
- 24 https://support.polar.com/fi/b2b_tuotteet/liikuntakasvatus/miksi_polar
- 25 <https://yle.fi/uutiset/3-1119123>
- 26 ks. esim. <https://yle.fi/uutiset/3-10182817>
- 27 ks. esim. <https://koodiaapinen.fi/>; https://ville.cs.utu.fi/opintopolku/ville_alakoulun_ohjelmointiipas.pdf; <https://peda.net/yhdistykset/maol-ry/materiaalit/kpm>

Kirjallisuus

- Bailey, John; Laakso, Mikael & Nyman, Linus (2019). Look Who's Tracking: An analysis of the 500 websites most-visited by Finnish web users. *Informaatiotutkimus* 38: 3-4, 20-44. <https://doi.org/10.23978/inf.87841>
- Ball, Stephen & Youdell, Deborah (2008). *Hidden Privatisation in Public Education*. Saatavilla: https://pages.ei-ie.org/quadrennialreport/2007/upload/content_trsl_images/630/Hidden_privatisation-EN.pdf (luettu 12.8.2019).
- Bowler, Leanne; Acker, Amelia; Jeng, Wei & Chi, Yu (2017). "It lives all around us": Aspects of data literacy in teen's lives. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology* 54:1, 27-35. Saatavilla: <https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/praz.2017.14505401004> (luettu 12.3.2020).
- Bresnihan, Nina; Millwood, Richard; Oldham, Elizabeth; Strong, Glenn & Wilson, Diana (2015). A critique of the current trend to implement computing in schools. *Pedagogika* 65:3, 292-300. Saatavilla: <http://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?p=11252&lang=en> (luettu 12.8.2019).
- Brinkhuis, Matthieu; Savi, Alexander; Hofman, Abe; Coomans, Frederik; van der Maas, Han & Maris, Gunter (2018). Learning as it happens: A decade of analyzing and shaping a large-scale online learning system. *Journal of Learning Analytics* 5:2, 29-46. <http://dx.doi.org/10.18608/jla.2018.52.3>
- Buckingham, David (2006). Defining digital literacy – What do young people need to know about digital media? *Nordic Journal of Digital Literacy* 4:6, 263-277. Saatavilla: https://www.idunn.no/dk/2006/04/defining_digital_literacy__what_do_young_people_need_to_know_about_digital (luettu 12.3.2020).
- Byun, Wonwoo; Lau, Erica & Brusseau, Timothy (2018). Feasibility and effectiveness of a wearable technology-based physical activity intervention in preschoolers: A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15:9. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091821>
- Chang, Yu-Ting; Yu, Hueiju & Lu, Hsi-Peng (2015). Persuasive messages, popularity cohesion, and message diffusion in social media marketing. *Journal of Business Research* 68:4, 777-782. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.11.027>
- Couldry, Nick & Hepp, Andreas (2017). *The Mediated Construction of Reality*. Cambridge, UK: Polity.
- Dufva, Tomi & Dufva, Mikko (2016). Metaphors of code — Structuring and broadening the discussion on teaching children to code. *Thinking Skills and Creativity* 22, 97-110. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.09.004>
- Green, Bill (1988). Subject-specific literacy and school learning: A focus on writing. *Australian Journal of Education* 32:2, 156-179.
- Hadzhieva, Eli (2019). *Impact of Digitalisation on International Tax Matters. Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament*. Saatavilla: <http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/161104/ST%20Impact%20of%20Digitalisation%20publication.pdf> (luettu 12.8.2019).
- Haggerty, Kevin & Ericson, Richard (2000). The surveillant assemblage. *The British Journal of Sociology* 51:4, 605-622. <https://doi.org/10.1080/00071310020015280>
- Hepp, Andreas (2020). *Deep Mediatization*. New York: Routledge.
- Huhtala, Sissi & Ihantola, Petri (2017). Oppimisanalytiikka digitaalisessa ympäristössä. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja* 19:3, 4-6.
- Hänninen, Vilma (1999). *Sisäinen tarina, elämä ja muutos*. Tampere: Tampere University Press.
- James, Allison; Jenks, Chris & Prout, Alan (1998). *Theorizing Childhood*. Cambridge, MA: Polity Press.
- Kallionpää, Outi (2017). *Uuden kirjoittamisen opetus: Osallistavaa luovuutta verkossa*. SCRIPTUM: Creative Writing Research Journal 1/2017. Saatavilla: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/52704/scriptumOuti.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (luettu 12.2.2020).
- Kekäläinen, Otto (2015). Onko automatisointiajattelu paras suomenos käsitteestä "computational thinking"? Teoksessa: Viteli, Jarmo & Östman, Anneli (toim.). *Tuovi 13: Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa 2015-konferenssin tutkijatapaamisen artikkelit*. TRIM Research reports 15, 27-29. Saatavilla: https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/97917/tuovi_%2013_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y (luettu 12.8.2019).
- Kitchin, Rob & Dodge, Martin (2011). *Code/Space: Software and Everyday Life*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Korhonen, Vesa & Rantala, Leena (2007). Opettajankoulutus-mediakasvatuksen autiomaat? Mediakasvatus opettajankoulutuksen opetussuunnitelmateksteissä. *Kasvatus* 38:5, 454-467.

- van der Kruk, Eline & Reijne, Marco (2018). Accuracy of human motion capture systems for sport applications; state-of-the-art review. *European Journal of Sport Science* 18:6, 806–819. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1463397>
- Koskela, Merja & Sihvonen, Tanja (2018). # Hashtagin funktiot Twitterissä. Teoksessa: Isotalus, Pekka; Jussila, Jari & Matikainen, Janne (toim.). *Twitter viestintänä: ilmiöt ja verkostot*. Tampere: Vastapaino, 31–50.
- Kulju, Pirjo; Kupiainen, Reijo; Wiseman, Angela; Jyrkiäinen, Anne; Koskinen-Sinisalo, Kirsi-Liisa & Mäkinen, Marita (2018). A Review of multiliteracies pedagogy in primary classrooms. *Language and Literacy* 20:2, 80–101. <https://doi.org/10.20360/langandlit29333>
- Kupiainen, Reijo (2016). Monilukutaidon pedagogiikka ja sosiaalinen diversiteetti. Teoksessa: Leino, Kaisa & Kallionpää, Outi (toim.). *Monilukutaitoa digiaikaan. Lukemisen ja kirjoittamisen uudet haasteet ja mahdollisuudet*. Äidinkielen opettajain liitto, 27–34.
- Kupiainen, Reijo (2017). Lukutaidon jälkeen? Teoksessa: Korhonen, Vesa; Annala, Johanna & Kulju, Pirjo (toim.). *Kehittämisen palat, yhteisöjen salat: Näkökulmia koulutukseen ja kasvatukseen*. Tampere: Tampere University Press, 215–218.
- Kupiainen, Reijo; Kulju, Pirjo & Mäkinen, Marita (2015). Mikä monilukutaito? Teoksessa: Kaartinen, Tapani (toim.). *Monilukutaito kaikki kaikessa*. Tampere: Tampereen yliopiston normaalikoulu, 13–24. Saatavilla: https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98047/monilukutaito_k kaikki_k kaikessa_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y (luettu 12.8.2019).
- Laakasuo, Michael & Palomäki, Jussi (2018). Robottiikan moraalipsykologian näkökulmia yhteiskuntaan ja työelämään. *Työn Tuuli* 27:1, 44–54.
- Laakso, Mikko-Jussi; Kurvinen, Einari; Enges-Pyykönen, Petra & Kaila, Erkki (2018). Designing and creating a framework for learning analytics in Finland. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* IEEE, 695–700. <http://dx.doi.org/10.23919/MIPRO.2018.8400130>
- Lee, Victor; Drake, Joel & Thayne, Jefferey (2016). Appropriating quantified self technologies to support elementary statistical teaching and learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 9:4, 354–365. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2597124>
- Leino, Kaisa; Rikala, Jenni; Puhakka, Eija; Niilo-Rämä, Mikko; Sirén, Marjo & Fagerlund, Janne (2019). *Digiloikasta digitaitoihin: Kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus* (2018). Koulutuksen tutkimuslaitos. Saatavilla: <https://ktl.jyu.fi/fi/julkaisut/julkaisuluettelo-1/julkaisujen-sivut/2019/icils-2018-raportti.pdf> (luettu 12.2.2020).
- Liukas, Linda & Mykkänen, Juhani (2014). *Koodi 2016: Ensiapua ohjelmoinnin opetukseen peruskoulussa*. Saatavilla: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/koodi2016/Koodi2016_LR.pdf (luettu 12.8.2019).
- Luukka, Minna-Riitta (2013). Opetussuunnitelmat uudistuvat: tekstien lukijasta ja kirjoittajasta monilukutaituriksi. *Kieli, koulutus ja yhteiskunta: Kielikoulutuspolitiikan verkoston verkkolehti* 4:5. Saatavilla <https://www.kieliverkosto.fi/fi/journals/kieli-koulutus-ja-yhteiskunta-joulukuu-2013/opetussuunnitelmat-uudistuvat-tekstien-lukijasta-ja-kirjoittajasta-monilukutaituriksi> (luettu 12.8.2019).
- Mayer-Schönberger, Viktor & Cukier, Kenneth (2014). *Learning with Big Data: The Future of Education*. Boston, MA: HMH.
- Merikivi, Jani; Myllyniemi, Sami & Salasuo, Mikko (2016). *Media hanskassa. Lasten ja nuorten vapaa-aikatutkimus 2016 mediasta ja liikunnasta*. Helsinki: Nuorisotutkimusseura.
- Mertala, Pekka (2018). Lost in translation? – Huomioita suomalaisten opetussuunnitelmien monilukutaitokäsitteen tutkimuksellisista ja pedagogisista haasteista. *Media @ Viestintä* 41:1, 107–116. Saatavilla: <https://journal.fi/mediaviestinta/article/view/69921> (luettu 12.8.2019).
- Mertala, Pekka (2020). Young children’s perceptions of ubiquitous computing and the Internet of Things. *British Journal of Educational Technology* 51: 1, 84–102. <https://doi.org/10.1111/bjet.12821>
- Morozov, Evgeny (2013). *To Save Everything, Click Here*. New York, Public Affairs.
- The New London Group (1996). A pedagogy of multiliteracies: Designing social futures. *Harvard Educational Review* 66:1, 60–92.
- Neyland, Daniel (2015). On organizing algorithms. *Theory, Culture @ Society* 32:1, 119–132. <https://doi.org/10.1177/0263276414530477>
- OECD (2015). *Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy, Action1 – 2015 Final Report*, OECD/G20 Base Erosion and Profit Shifting Project, OECD Publishing, Paris.
- O’Neil, Cathy (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. UK, Penguin.

- Opetushallitus (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014* (4. p.). Määräykset ja ohjeet 96. Saatavilla: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf (luettu 12.8.2019).
- Paatela-Nieminen, Martina & Kupiainen, Reijo (2019). Taidekasvatus ja monilukutaito. Teoksessa: Autio, Tero; Hakala, Liisa & Kujala, Tiina (toim.). *Siirtymä ja ajan merkkejä koulutuksessa: Opetussuunnitelmatutkimuksen näkökulmia*. Tampere: Tampere University Press, 297–318.
- Palsa, Lauri & Ruokamo, Heli (2015). Behind the concepts of multiliteracies and media literacy in the renewed Finnish core curriculum: A systematic literature review of peer-reviewed research. *Seminar.net* 11:2, Saatavilla: <https://journals.hioa.no/index.php/seminar/article/view/2354> (luettu 12.8.2019).
- Palsa, Lauri & Mertala, Pekka (2019). Multiliteracies in local curricula: conceptual contextualizations of transversal competence in the Finnish curricular framework. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy* 5:2, 114–126. <https://doi.org/10.1080/20020317.2019.1635845>
- Palsa, Lauri; Pekkala, Leo & Salomaa, Saara (2019). Monilukutaito ja mediakasvatuksen pedagogiikka. Teoksessa: Harmanen, Minna & Hartikainen, Mikko (toim.). *Monilukutaitoa oppimassa*. Oppaat ja käsikirjat 2. Helsinki: Opetushallitus, 40–50.
- Pangrazio, Luci & Selwyn, Neil. (2018). "It's not like it's life or death or whatever": Young people's understandings of social media data. *Social Media + Society* 4:3, 1–9. <https://doi.org/10.1177/2056305118787808>
- Papamitsiou, Zacharoula & Economides, Anastasios A. (2014). Learning analytics and educational data mining in practice: A systematic literature review of empirical evidence. *Journal of Educational Technology & Society* 17:4, 49–64.
- Peters, Benjamin (2016). Digital. Teoksessa: Peters, Benjamin (toim.). *Digital Keywords: A Vocabulary of Information Society and Culture*. UK, Princeton University Press, 93–108.
- Rantala, Juho (2018). Koodin ja ohjelmiston filosofia. *niin & näin* 2018:1, 101–108.
- Rosenkrans, Ginger & Myers, Keli (2018). Optimizing location-based mobile advertising using predictive analytics. *Journal of Interactive Advertising* 18:1, 43–54. <https://doi.org/10.1080/15252019.2018.1441080>
- Ruckenstein, Minna (2014). Visualized and interacted life: Personal analytics and engagements with data doubles. *Societies* 4:1, 68–84. <https://doi.org/10.3390/soc4010068>
- Ruokamo, Heli & Kotilainen, Sirkku (2017). Haloo opettajankoulutus: TVT ja medialukutaidot yhteisopinnoiksi! Teoksessa: Salomaa, Saara; Palsa, Lauri & Malinen, Ville (toim.). *Opettajaopiskelijat ja mediakasvatus 2017*. Kansallisen audiovisuaalisen instituutin julkaisuja 1, Saatavilla: <http://www.mediataitokoulu.fi/opettajaopiskelijat.pdf> (luettu 12.8.2019).
- Ruskoff, Douglas (2013). *Present Shock. When Everything Happens Now*. London, Current.
- Saariketo, Minna (2018). Koodin rytmittämät kokemusmaisemat. *Kulttuurintutkimus* 35:1–2, 37–49. Saatavilla: <https://journal.fi/kulttuurintutkimus/article/view/79517> (luettu 9.8.2019).
- Saarti, Jarmo (2003). Informaatioyhteiskunnan kansalaistaidot. *Informaatiotutkimus* 22:3, 33–34.
- Salomaa, Saara; Palsa, Lauri & Malinen, Ville (2017). *Opettajaopiskelijat ja mediakasvatus 2017*. Kansallisen audiovisuaalisen instituutin julkaisuja 1, 38–41 Saatavilla: <http://www.mediataitokoulu.fi/opettajaopiskelijat.pdf> (luettu 12.8.2019).
- Sefton-Green, Julian; Marsh, Jackie; Erstad, Ola & Flewitt, Rosie (2016). *Establishing a Research Agenda for Digital Literacy Practices of Young Children: A White Paper for COST Action IS1410*. Saatavilla: <http://www.lse.ac.uk/media-and-communications/assets/documents/research/projects/p4df/COST-2016.pdf> (luettu 9.8.2019).
- Selwyn, Neil (2015). Data entry: Towards the critical study of digital data and education. *Learning, Media & Technology* 40:1, 64–82. <https://doi.org/10.1080/17439884.2014.921628>
- Sharon, Tamara (2017). Self-tracking for health and the quantified self: Re-articulating autonomy, solidarity, and authenticity in an age of personalized healthcare. *Philosophy & Technology* 30:1, 93–121. <https://doi.org/10.1007/s13347-016-0215-5>
- Sharon, Tamara & Zandbergen, Dorien (2017). From data fetishism to quantifying selves: Self-tracking practices and the other values of data. *New Media & Society* 19:1, 1695–1709. <https://doi.org/10.1177/1461444816636090>
- Sulkunen, Sari; Luukka, Minna-Riitta; Saario, Johanna & Veistämö, Tommi (2019). Monilukutaito lukion historian opetuksessa. *Ainedidaktiikka* 3:2, 2–23. <https://doi.org/10.23988/ad.76111>
- Tanhua-Piironen, Erika; Kaarakainen, Suvi-Sadetta; Kaarakainen, Meri-Tuulia; Viteli Jarmo; Syvänen, Antti & Kivinen, Antero (2019). *Digiajan peruskoulu*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 6. Saatavilla: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161383/6-2019-Digiajan%20peruskoulu_.pdf (luettu 9.8.2019).

- Tervasmäki, Tuomas & Tomperi, Tuukka (2018). Koulutuspolitiikan arvovalinnat ja suunta satavuotiaassa Suomessa. *niin @ näin* 2018:2, 164–200.
- Tudor-Locke, Catrine; Aguiar, Elroy; Han, Ho; Ducharme, Scott; Schuna, John; Barreira, Tiago; Moore, Christopher; Busa, Michael; Lim, Jongil; Sirard, John; Chipkin, Stuart & Staudenmayer, John (2019). Walking cadence (steps/min) and intensity in 21–40 year olds: CADENCE-adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 16:1. Saatavilla: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12966-019-0769-6> (luettu 12.8.2019).
- Upchurch, Emma (2008). Children as 'being and becomings': Children, childhood and temporality. *Children @ Society* 22:4, 303–313. <https://doi.org/10.1111/j.1099-0860.2007.00110.x>
- Valtonen, Teemu; Tedre, Matti; Mäkitalo, Kati & Vartiainen, Henriikka (2019). Media literacy education in the age of machine learning. *Journal of Media Literacy Education* 11:2, 20–36. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2019-11-2-2>
- Voogt, Joke & Pareja Roblin, Natalia (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies* 44:3, 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Värri, Veli-Matti (2004). *Hyvä kasvatustapa – kasvatustapaan: Dialogisen kasvatuksen filosofinen tarkastelu erityisesti vanhemmuuden näkökulmasta*. Tampere: Tampere University Press.
- Walker Rettberg, Jill (2017). Self-representation in social media. Teoksessa: Burgess, Jean; Marwick, Alice & Poell, Thomas (toim.). *SAGE Handbook of Social Media*. Thousand Oaks, CA: Sage, 429–443.
- Williamson, Ben (2015). Algorithmic skin: health-tracking technologies, personal analytics and the biopedagogies of digitized health and physical education. *Sport, Education and Society* 20:1, 133–151. <https://doi.org/10.1080/13573322.2014.962494>
- Williamson, Ben (2017). *Big Data in Education: The Digital Future of Learning, Policy and Practice*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Williamson, Ben; Bergviken Rensfeldt, Annika; Player-Koro, Catarina & Selwyn, Neil (2018). Education recorded: Policy mobilities in the international 'learning to code' agenda. *Journal of Education Policy* 34:5, 705–725. <https://doi.org/10.1080/02680939.2018.1476735>
- Zhu, Yaguang; Dailey, Stephanie; Kreitzberg, Daniel & Bernhardt, Jay (2017). "Social networkout": Connecting social features of wearable fitness trackers with physical exercise. *Journal of Health Communication* 22: 12, 974–980. <https://doi.org/10.1080/10810730.2017.1382617>