

Koulutuksen hallinnan utopiat

Oppimisen tutkimus ja opetusteknologia historiallisessa perspektiivissä¹

Antti Saari

Vaikka behavioristinen oppimisen ja opetuksen “paradigma” eli kultakauttaan 1900-luvun alkupuoliskolla, ja tuli sittemmin tiedeyhteisön kumoamaksi, on nykypäivänkin koulutuspoliittisessa retoriikassa mukana yllättävän tuttuja kaikuja menneisyydestä. Tässä artikkelissa Antti Saari perehtyy 2020-luvun ”precision education” -retoriikkaan ja utopistiseen ajatelmaan siitä, että oppiminen kouluissa olisi täydellisesti hallittavissa, tieteeseen perustuvien ratkaisujen avulla.

Koulutuksen tieteellinen hallinta

Harvardin yliopistosta lähtöisin oleva yritys *BrainCo* (<https://www.brainco.tech/>) mainostaa aivokuvantamiseen perustuvia ratkaisuja oppimisen ja opetuksen tehostamiseen. Esimerkiksi oppilaiden päähän asetettavat pannat lähettävät opettajan tietokoneen näytölle dataa oppilaiden aivojen toiminnasta opetuksen aikana. Sen pohjalta opettaja voi nopeasti nähdä keskittykö kukin oppilas todella opetukseen (Williamson 2019). Samanlaisista aivokuvantamiseen perustuvista sovelluksista uutisoidaan muun muassa Kiinasta (Baines 2019). Uusimman teknologian ja neurotieteiden sovellukset opetuksessa ovat tyypillisiä *precision educationiksi* nimetyllä koulutuksen kehittämisen alueella. Se hyödyntää monipuolisesti paitsi neurotieteitä, myös biologiaa, kognitiotieteitä ja oppimisanalytiikkaa, joiden uskotaan auttavan räätälöimään oppimisympäristöjä tehokkaasti vaihteleviin yksilöllisiin tarpeisiin. Samalla se antaa lupauksia koulutuksen täydellisestä kontrollista (Brunila ym. 2019).

Ben Williamsonin (2019) mukaan *precision education* on tämän hetken keskeisimpiä opetuksen tutkimuksen kehitystrendejä. Merkittävät yliopistot ovat viime vuosina perustaneet tutkimusyksiköitä alan kehittämiseksi. *Precision education* -tutkimusta ajavat eteenpäin paitsi massiivinen

tutkimusrahoitus niin yksityiseltä kuin julkiselta sektorilta, myös koulutuspolitiikan suurten organisaatioiden, kuten OECD:n odotukset niiden mullistavista mahdollisuuksista. On toki muistettava, etteivät *BrainCo:n* kaltaisten yritysten tuottamat sovellukset ole vielä laajasti käytössä, eikä lopulta ole varmuutta siitä, tulevatko ne leviämään eri maiden koulutusjärjestelmissä. On kuitenkin hyvä kiinnittää huomiota *precision educationin* luomaan utopiaan opetuksen täydellisestä kontrollista, joka pohjautuu tieteeseen ja teknologiaan.

Poimin *precision education* -retoriikasta esitykseni kolme keskeistä väitettä, joita tarkastelen oppimisen tutkimuksen historiallisessa kontekstissa: ensinnäkin se väittää, että meillä on varmaa, yleispätevää tietoa siitä miten ihmismieli toimii ja miten ihminen oppii. Toiseksi sen mukaan on olemassa urauurtavaa opetusteknologiaa joka kykenee soveltamaan tätä tietoa. Kolmannen keskeisen väitteen mukaan tieteeseen ja teknologian avulla voidaan mullistaa koulujen opetus ja oppiminen niin että se mahdollistaa oppimisen tarkan, yksilöllisen hallinnan.

Nämä *precision education* -retoriikan piirteet kuvaavat laajemminkin erityisesti nykypäivän angloamerikkalaisen oppimisen tutkimuksen piirteitä – pyrkimystä jäljitellä “kovia” tieteenaloja, sekä toisaalta tuottaa sovellettavaa tietoa tehokkaan hallinnan mahdollistamiseksi (Taub-

man 2009). Näiden kolmen väitteen esiintymistä voidaan jäljittää aina 1800- ja 1900-lukujen vaihteeseen ja modernin kasvatustieteen syntyaikoihin. Tuon aikakauden tieteen ja teknologian edistysaskeleet loivat huimia odotuksia sille, miten ne mullistaisivat maailmaa. Siksi ei ole ihme että myös kasvatustieteeltä odotettiin paljon. Tässä sitaatti tyypillisestä 1900-luvun alun “uuden kasvatuksen” (new education) ohjelmanjulistuksesta:

Huomisen koulussa kiinnitetään paljon enemmän huomiota yksilöihin kuin menneisyyden kouluissa. Jokaista lasta arvioidaan jatkuvasti monesta eri näkökulmasta. (...) Uusi kasvatustulee olemaan tieteellistä, sillä se perustuu tieteellisiin faktoihin. Kaikki tietämyksen ja taitojen kehitys yksilöllistyy, ja opettajakeskeinen opetus tulee suurelta osin katoamaan (Petrinan (2002, 75) mukaan Caldwell & Courtis 1924, 155).

Muutettavat muuttaen, nämä uuden kasvatuksen periaatteet voisivat olla myös precision education -julkaisujen tai suomalaisten koulutuksen “digiloikkaa” hehkuttavien pamflettien sivuilta (Saari & Sääntti 2018). Voidaan liioittelematta sanoa, että kasvatuksen ja oppimisen tieteellinen tutkimus ja sen sovellukset ovat pyrkineet jo vuosisadan ajan mullistamaan koulutusta (Petrina 2002). Ilmeisesti tätä ei ole vielä saavutettu, koska yllä kuvatun kaltainen retoriikka toistaa kuvaa nykypäivän koulusta 1800-luvun teollisuusyhteiskunnan jäänteinä.

Sama jälkeenjääneisyyden tunnelma on pitkään vaivannut toisinaan myös oppimisen tieteellistä tutkimusta. Vuosituhannen vaihteessa Yhdysvaltalaisen *Learning Policy Institutin* johtajana toiminut professori Linda Darling-Hammond väitti kasvatustieteen olevan samassa tilassa, jossa lääketiede oli vuonna 1910, mutta luonnontieteitä jäljittelevät menetelmät tulevat korjaamaan asian. (Taubman 2009, 82.) Tästä voisi päätellä että oppimisen tutkimuksen todellista edistystä ja sen mullistavaa vaikutusta on jouduttu odottamaan suhteettoman kauan.

Ehkä koulutuksen hallinnan utopiat eivät ole olleet erityisen realistisia, sillä koulu on kerta toisensa jälkeen osoittanut olevansa monimutkaisempi kokonaisuus kuin mitä oppimisen tutkimuksen ja koulutuksen kehittämisen diskurssit antavat olettaa. Tai kenties tutkimus on todella muuttanut koulua, mutta sitä ei ole yleisesti havaittu. (Petrina 2002.)

Haluan tarkastella tarkemmin sitä mitä tapahtuu, kun oppimista koskevaa uraauurtavaa tutkimusta ja tutkimustuloksia siirretään kouluihin ja kuinka samalla pyritään lunastamaan lupausta oppimisen tarkasta, yksilöllisestä hallinnasta. Otan historiallisena esimerkkinä tarkasteluun Burrhus F. Skinnerin (1904–1990) kuuluisan behavioristisen oppimisen tutkimuksen ja sen sovellukset.² Skinnerin vaikutus kasvatustieteissä ja koulutuksessa näkyi 1900-luvun puolivälissä muun muassa operantin ehdollistumisen teoriaan perustuvissa opetuksen periaatteissa sekä opetusteknologian varhaisessa kehityksessä. Skinner on vaikuttanut myös moniin 1900-luvun keskeisiin kasvatustieteilijöihin, jotka ovat olleet hänen oppilaitaan tai kollegoitaan. Skinneriläisen behaviorismin tarkastelu voi osaltaan auttaa ymmärtämään, miten ja miksi koulutuksen totaalista, tiedeperustaista hallintaa lupaava *precision education* onnistuu tai epäonnistuu toteuttamaan lupauksensa.

Tarkastelen seuraavaksi, a) Miten behavioristinen oppimisen tutkimus on pyrkinyt lunastamaan lupauksia koulutuksen hallinnasta, sekä b) Miten behavioristinen oppimisen tutkimus on liittynyt oppimisympäristöjen ja opetusteknologian kehitykseen. Seuraan Bruno Latourin (1983) toteamusta, jonka mukaan *tieteellisiä tutkimustuloksia sovelletaan laboratorion seinä siirtämällä*. Tämä ei tarkoita sitä, että esimerkiksi oppimispsykologian laboratorio vietäisiin kirjaimellisesti kouluun. Sen sijaan kyseessä on “diagrammin” (Deleuze 1988, 29–32; Foucault 2005), käyttäytymisen hallinnan elementtien ja niiden keskinäisyyksien siirtäminen laboratorion maailmaan (Saari 2008). Toisin sanoen tarkastelen behavioristista oppimisen tutkimusta *performatiivisesta* näkökulmasta (Pickering 1995): kuvaamalla, miten käsitteelliset, sosiaaliset, toiminnalliset ja mate-

riaaliset elementit ja niiden keskinäiset suhteet ovat mukana tutkimuksessa ja sen soveltamisessa.

Käsitteellinen perusta

Aloitan behavioristisen tutkimuksen diagrammin tarkastelun sen käsitteellisestä puolesta. En tarkoita tällä sen arvioimista, miten skinneriläisen behaviorismin keskeiset käsitteet onnistuvat representoimaan kohdettaan. Sen sijaan tarkastelen käsitteitä *toimijoina*; sitä miten ne silloittavat eri tieteenaloja, niiden tutkimuksen ja argumentoinnin tapoja sekä tutkimuksen ja sen sovelluksen alueita toisiinsa.

Koska biologialla ja fysiologialla oli 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa korkea tiedollinen status, monet ihmistieteet lainasivat kategorioita, käsitteitä ja tutkimusmenetelmiä näiltä aloilta. Psykologian ja kasvatustieteen piirissä kyseisiä lainakäsitteitä olivat erityisesti *organismi*, *älykkyys* ja *käyttäytyminen*. (Danziger 1997). Niinpä Skinner korosti, että ihmiset ovat *organismeja* joiden *käyttäytymisessä* ja *älykkyudessa* ei ole ratkaisevaa laadullista eroa suhteessa muuhun eläinkuntaan (Skinner 1938). Siksi ihmisten käyttäytymisen perusmuotoja voidaan oppia tuntemaan eläimiä tutkimalla. Samoin sekä eläinten että ihmisten tutkimiseen voidaan soveltaa samanlaisia kokeellisia menetelmiä. Nämä käsitteelliset silloitukset loivat pohjaa behavioristisen, pääosin eläimillä tehtävän tutkimuksen soveltamiseksi ihmisten käyttäytymisen hallintaan. Samalla se loi pohjaa kyseisen aikakauden skientismille: uskolle tieteen mahdollisuuteen kontrolloida koko yhteiskuntaa.

Skinnerin laatikko

Skinnerin operantin ehdollistumisen tutkimusmenetelmät ovat tulleet tunnetuiksi niin sanotun

Skinnerin laatikon (Skinner's box) muodossa. Kyseessä on metallilaatikko, jonka sisään asetetaan nälkäinen eläin, esimerkiksi rotta tai kyyhky. Laatikon sisäpuolella on painike, jota koskettamalla eläin saa seinään asennetusta automaattista ruokapellettejä. Vähitellen eläin oppii, yrityksen ja erehdyksen kautta, painamaan vipua saadakseen ravintoa. Tämänkaltaista positiiviseen vahvistamiseen perustuvaa ehdollistumista voi kehittää edelleen erilaisten laatikkoon asennettävien valo- ja ääniärsykkeiden avulla. (Skinner 1957.)

EHKÄ KOULUTUKSEN
HALLINNAN UTOPIAT EIVÄT
OLE OLLEET ERITYISEN REALIS-
TISIA, SILLÄ KOULU ON KERTA
TOISENSA JÄLKEEN
OSOITTANUT OLEVANSA
MONIMUTKAISEMPI KOKO-
NAISUUS KUIN MITÄ
OPPIMISEN TUTKIMUKSEN JA
KOULUTUKSEN KEHITTÄMISEN
DISKURSSIT ANTAVAT OLETTAA.

Skinnerin laatikossa tiivistyi kaava, jossa tutkimuksen materiaaliset ja tekniset (laatikon seinät ja mekanismit), sosiaaliset (standardoitu vuorovaikutus eläimen ja sen ympäristön toimijoiden kanssa) sekä käsitteelliset (organismi, käyttäytyminen) elementit on sovitettu huolellisesti toisiinsa. Kun tutkimusta pyritään soveltamaan

koeolosuhteiden ulkopuolella, tämä suhteiden verkosto tulee siirtää mukana. Tarkastelen seuraavaksi kuinka tämä tapahtuu.

Koulu laatikossa

Jos hyväksytään väite, jonka mukaan ihmisen ja eläimen välisessä käyttäytymisessä on vain astero, voidaan olettaa behaviorismin sovelluksista olevan hyötyä myös ihmisten hallinnassa. Skinner (1957) näkikin että esimerkiksi kouluja voidaan ajatella eräänlaisina laboratorioina, joita voi hallita ehdollistamalla. Jopa kokonaisia yhteiskuntia voitaisiin kontrolloida kompleksisten vahvistamisohjelmien avulla (Skinner 1962, 1971).

Skinnerin psykologialle perustuvat käytännön sovellukset olivatkin moninaisia, ulottuen mielen terveyden hoidosta sotateollisuuteen (Rutherford 2009), mutta keskityn seuraavaksi lähinnä koulutusta koskeviin sovelluksiin. Ensimmäiset opetuskoneen prototyypit kehitettiin jo 1920-luvulla, mutta Skinnerin ja hänen kollegoidensa sovellukset toisen maailmansodan jäl-

keen tekivät niistä suosittuja ympäri maailman (Tröhler 2013). Opetuskoneet olivat aluksi varsin yksinkertaisia mekaanisia laitteita, jotka, hieman kuten Skinnerin laatikko, kontrolloivat ärsykkeiden ja reaktioiden vuorovaikutusta ja mittasivat niitä. Varhaisessa opetuskoneessa ärsykkeenä on monivalintatehtävä. Jos oppilas valitsee oikean vastauksen, siihen, annetaan välitön positiivinen vahvistus, eli hän pääsee siirtymään seuraavaan tehtävään. Näin Skinnerin laatikko, mekaaninen laite jonka avulla tutkittiin eläimen oppimista, pystyttiin kääntämään laitteeksi joka opettaa ja arvioi.

Tässä siis yksinkertainen esimerkki siitä millä tavoin opetuksen tutkimuksen ”käytännöllisyyttä” voidaan ymmärtää. Tämä ei tapahdu pelkästään siten, että tutkimustulosta tai sen taustalla olevaa teoriaa ”sovelletaan”, vaan tutkimuksen diagrammi, sen materiaalisten, teknisten, ja sosiaalisten suhteiden yleinen kaava, siirretään laboratorion koulun (Saari 2008, 2014, 2020).

Ohjelmoitu oppiminen, tarkkuusopetus ja ”oppimisympäristöjen” suunnittelu

Opetuskoneita alettiin pian valmistaa teollisesti muun muassa IBM:n toimesta. Samalla niiden toiminta muuttui yhä monimutkaisemmaksi. Suoraviivaisten (*linear*) ohjelmien sijaan koneet sovelsivat ns. haarautuvia (*branching*) ohjelmia, jotka tarjosivat satoja tuhansia erilaisia tapoja suorittaa monivalintatehtäviin perustuva kokonaisuus. Muiden muassa behaviorismia, systeemiteoriaa ja kybernetiikkaa yhdistämällä syntyi myös uusia tutkimuksen alueita nimeltä ohjelmoitu opetus (*programmed instruction*) sekä tarkkuusopetus (*precision teaching*), jotka hyödynsivät näiden tieteenalojen käsitteitä ja malleja. Ärsykkeiden ja reaktioiden muodostama vahvistamisohjelma voitiin nyt nähdä myös informaation

kuljettamisen takaisinkytkentäjärjestelmänä ja rinnastaa tietokoneohjelmaan. Vähitellen myös tavanomaista luokkahuoneopetusta alettiin mallintaa ohjelmoidun opetuksen periaattein kontrolloituina *feedback*-kytkentöjen sarjana, jossa niin opettaja, oppilas kuin oppimateriaali toteuttavat tietojärjestelmän yleisiä funktioita siinä missä tietokoneetkin (ks. esim. Gage 1962).

1970-luvulle tultaessa kyseisen diagrammin piirissä ei enää puhuttu yksinomaan behaviorismista tai ohjelmoidusta opetuksesta, vaan myös esimerkiksi ”tarkkuusopetuksesta” (*precision teaching*) ja ”kyberneettisestä pedagogiikasta” (*cybernetic pedagogy*). Diagrammi myös skaalautui mitä erilaisimpiin ympäristöihin: sen avulla kuvattiin ja hallittiin niin oppilaan ja tehtäväkirjan välistä vuorovaikutusta kuin kokonaista koulutusjärjestelmää. Materiaalisen, teknisen ja sosiaalisen ympäristön erityispiirteillä ei siten ollut ratkaisevaa merkitystä, vaan sillä että ne voidaan koota kokonaisuudeksi, jossa eri elementit palvelevat ennalta asetettuja funktioita suljetussa palautejärjestelmästä. (Saari 2020.)

Behaviorismi nykypäivässä

Kun oppimisen tutkimuksen ja sen sovellusten historiaa tarkastelee diagrammin tasolla, voi helposti havaita, että behaviorismin perinne elää myös nykypäivänä. Vaikka behavioristisen oppimisen ja opetuksen ”paradigman” on katsottu murtuneen jo vuosikymmeniä sitten, sen piirteitä on siirtynyt nykypäivän *precision educationin* muotoon, joka edustaa samankaltaista utopiaa oppimisen täydellisestä, tieteelliseen tutkimukseen perustuvasta hallinnasta (Friesen 2013; Saari 2019). Behaviorismin diagrammin piirteitä – mm. teknisten ja sosiaalisten elementtien standardoitu vuorovaikutus ärsykkeiden ja reaktioiden sarjana – voidaan havaita myös esimerkiksi suosittujen digitaalisten oppimispelien

suunnittelussa (Williamson 2017). Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisuun kirjoittamassaan tekstissä Lauri Järvillehto kuvaa oppimispuolisten ansioita tutulta kuulostavalla tavalla:

Pelien luonne tarjoaa erinomaisia työkaluja oppimiskokemusten tehostamiseksi. (...) Väli-tön palaute, esimerkiksi ääniefektit tai littaaan tallatut pelihahmot, antaa nopeaa tyydytystä. Pisteiden karttuminen antaa jatkuvaa palautetta omasta kehittämisestä. Ja tasonousu tai oman pelihahmon kehitys lisää entisestään kokemusta yksilöllisestä kasvusta ja oppimisesta. (Järvillehto 2013, 63.)

Myös sosiaalisen median algoritmien suunnittelun, tuuppauksen (*nudging*) ja käyttäytymismuotoilun rajapinnoilla hyödynnetään viime vuosisadan puolivälissä muotoutunutta tapaa yhdistää käyttäytymistieteellistä tutkimusta ja teknologiaa (Knox, Williamson & Bayne 2020). Kyseessä eivät toki ole enää samat teoriat, käsitteet ja teknologiset ratkaisut kuin viime vuosisadan puolivälissä. Mutta kuten Theseuksen laiva, myös tiedon ja hallinnan diagrammi voi vaihtaa keskeisiä käsitteitä ja teknologioita kokonaisuuden pysyessä kuitenkin kasassa. Samalla taataan jatkuva yhteys oppimisen tutkimuksen ja sitä soveltavan oppimisen hallinnan välillä.

Diagrammin tasolla on hyvä arvioida myös *precision educationin* kaltaisten viimeaikaisten oppimisen hallinnan utopioiden onnistumista. Voitaneen sanoa, että tässä kuvattu diagrammi on osoittanut olevansa varsin pitkäikäinen ja dynaaminen. Se ei ole kuitenkaan onnistunut muuttamaan perinpohjaisesti kouluopetusta sen koommin Yhdysvalloissa kuin Suomessakaan. Koulu on vuosikymmenestä ja -sadasta toiseen osoittanut olevansa varsin hitaasti muuttuva instituutio. Koulureformien kriittinen tutkimus (ks. esim. Tyack & Cuban 1995) onkin todennut että useimmiten koulut tapaavat muuttaa reformia enemmän kuin reformit koulua. *Precision education* -retoriikassa nämä molemmat piirteet – koulun tiedeperustaisen utopian pitkäikäisyys sekä sen menneet epäonnistumiset koulun muut-

tamisessa – peitetään. Epäilemättä sen uskottavuutta voisi syödä, mikäli se toteaisi toistavansa samaa vuosikymmenestä toiseen varsin vaatimattomin tuloksin. Menneisyyden onnistumisista ja epäonnistumisista voisivat nykypäivän oppimisen tutkijat ja koulutuksen uudistajat kuitenkin oppia jotakin. ■

Viitteet

1. Teksti perustuu Edistyksen Päivillä 11.10. 2019 pidettyyn esitelmään
2. Hyödynnän tässä aiempia Skinnerin behaviorismia sekä opetusteknologian historiaa käsitteleviä tutkimuksiani Saari & Harni 2015; Saari 2019).

Lähteet

- BAINES, C. (2019). Chinese schools scanning children's brains to see if they are concentrating. The Independent 15.1.2019 <https://www.independent.co.uk/news/world/asia/china-schools-scan-brains-concentration-headbands-children-brainco-focus-a8728951.html> Luettu 4.6.2020.
- BRUNILA, K., MERTANEN, K., TAINEN, K., KURKI, T., MASOUD, A., MÄKELÄ, K. & IKÄVALKO, E. (2019). Vulnerabilizing Young People: Interrupting the ethos of vulnerability, the neoliberal rationality, and the precision education governance. *Journal of the Finnish Anthropological Society* 43(3), 113–120.
- CALDWELL, O. W., & COURTIS, S. A. (1924). *Then and now in education; 1845-1923*. New York: Appleton.
- DANZIGER, K. (1997). *Naming the mind: How psychology found its language*. London: Sage.
- DELEUZE, G. (1988). *Foucault*. London: Continuum.
- Foucault, M. (2005). *Tarkkailla ja rangaista*. Helsinki: Otava.
- FRIESEN, N. (2013). Educational technology and the “New language of learning”: Lineage and limitations. In *The politics of education and technology* (pp. 21–38). Palgrave Macmillan, New York.
- GAGE, N. L. (1962). *Paradigms for research on teaching*. Teoksessa N. L. Gage (toim.), *Handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally & Co, 94–141.
- JÄRVILLEHTO, L. (2013). *Oppimispelit*. Teoksessa Uusi

- oppiminen. Helsinki: Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta, 59–65.
- KNOX, J., WILLIAMSON, B., & BAYNE, S. (2020). Machine behaviourism: future visions of 'learnification' and 'datafication' across humans and digital technologies. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 31–45.
- LATOURET, B. (1983). Give me a laboratory and I will raise the world. Teoksessa K. Knorr-Cetina, & M. Mulkey (toim.), *Science observed: Perspectives on the social study of science*. London: Sage, 141–170.
- LINDSLEY, O. R. (1991). Precision teaching's unique legacy from BF Skinner. *Journal of Behavioral Education*, 1(2), 253–266.
- MORGAN, M. S. (2010). Travelling facts. Teoksessa P. Howlett, & M. S. Morgan (toim.), *How well do facts travel? The dissemination of reliable knowledge*. Cambridge/New York: Cambridge University Press, 3–38.
- PETRINA, S. (2002). Getting a purchase on "The School of Tomorrow" and its constituent commodities: Histories and historiographies of technologies. *History of Education Quarterly*, 42(1), 75–111.
- PICKERING, A. (1995). *The mangle of practice: Time, agency, and science*. Chicago: University of Chicago Press.
- RUTHERFORD, A. (2009). *Beyond the box: B. F. Skinner's technology of behaviour from laboratory to life, 1950s–1970s*. Toronto: University of Toronto Press.
- Saari, A. (2020). *Diagrams of Feedback: Behaviorism, Programmed Instruction and Cybernetic Planning*. Teoksessa T. Popkewitz, D. Pettersson, and K.-J. Hsiao (toim.) *The International Emergence of Educational Sciences in the Post-World War Two Years*. Quantification, Visualization, and Making Kinds of People. New York: Routledge, 169–186.
- SAARI, A. (2019). Out of the box: behaviourism and the mangle of practice. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 40(1), 109–121.
- SAARI, A. (2014). *Oppimiskone*. Teoksessa Saari, A., Jokisaari, O.-J. & Värrri, V.-M. (toim.) *Ajan kasvatustieteiden filosofia aikalaiskritiikkiä*. Tampere: Tampere University Press. 41–60.
- SAARI, A. (2011). *Kasvatustieteen tiedontahto. Kriittisen historian näkökulmia suomalaisen kasvatuksen tutkimukseen*. Jyväskylä: Suomen kasvatustieteellinen seura.
- SAARI, A. (2008). *Kasvatustieteiden Arkhimedeen piste: Soveltava tutkimus ja hallinta*. *Kasvatus & Aika*, 2(1).
- SAARI, A. & HARNI, E. (2015). *Kyyhky ja opetus kone: Inhimillisen ja ei-inhimillisen yhteenliittymä B.F. Skinnerin behaviorismissa*. *Kasvatus ja Aika* 9 (1), 41–55.
- SAARI, A. & SÄNTTI, J. (2018). The rhetoric of the 'digital leap' in Finnish educational policy documents. *European Educational Research Journal* 17(3), 442–57.
- SKINNER, B. F. (1938). *Behaviour of organisms*. Oxford: Appleton-Century.
- SKINNER, B. F. (1957). *Cumulative record*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- SKINNER, B. F. (1962). *Walden two*. New York: MacMillan.
- SKINNER, B. F. (1971). *Beyond freedom and dignity*. New York: Penguin Books.
- TAUBMAN, P. M. (2009). *Teaching by numbers: Deconstructing the discourse of standards and accountability in education*. New York: Routledge.
- TRÖHLER, D. (2013). The technocratic momentum after 1945, the development of teaching machines, and sobering results. *Journal of Educational Media, Memory, and Society*, 5(2), 1–19.
- TYACK, D. & CUBAN, L. (1995). *Tinkering toward utopia: A century of public school reform*. Harvard University Press.
- WILLIAMSON, B. (2017). *Decoding ClassDojo: Psycho-policy, social-emotional learning and persuasive educational technologies*. *Learning, Media and Technology*, 42(4), 440–453.
- WILLIAMSON, B. (2019). *Data-intensive technology and life-sensitive science: neurotechnologies, bioinformatics & precision education*. *Esitys Future Trajectories of Education in the Era of Precision Education -seminaarissa Helsingissä 23.9.2019*.