

**This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.**

**Author(s):** Näykki, Piia; Ahlström, Emilia; Manu, Mari; Penttinen, Silja; Nousiainen, Tuula

**Title:** Oppijan ja opettajan oikeus digitaaliseen osaamiseen : digitaalisen polarisaation uhkakuvista tasa-arvoiseen osaamisen kehittämiseen

**Year:** 2023

**Version:** Accepted version (Final draft)

**Copyright:** © Kirjoittajat & Niilo Mäki Instituutti, 2023

**Rights:** In Copyright

**Rights url:** <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

**Please cite the original version:**

Näykki, P., Ahlström, E., Manu, M., Penttinen, S., & Nousiainen, T. (2023). Oppijan ja opettajan oikeus digitaaliseen osaamiseen : digitaalisen polarisaation uhkakuvista tasa-arvoiseen osaamisen kehittämiseen. Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti : NMI-bulletin, 33(4), 198-223.

# **Oppijan ja opettajan oikeus digitaaliseen osaamiseen – digitaalisen polarisaation uhkakuvista tasa-arvoiseen osaamisen kehittämiseen**

## **1 Johdanto**

Tämän artikkelin tavoitteena on tarkastella suomalaista digitaalisen oppimisen ja opetuksen nykytilaa ja kehittämismahdollisuuksia. Aihe on ajankohtainen, koska toimintaympäristömme on digitalisoitunut nopeasti ja teknologian kehittyminen tuottaa jatkuvasti uusia ihmisen toimintaan vaikuttavia välineitä ja sovelluksia. Tämän päivän lapset ja nuoret ovat olleet syntymästään lähtien digitaalisen teknologian ympäröimiä, ja heidän jokapäiväinen elämänsä ja toimintatapansa ovat laajalti kietoutuneet älypuhelinien ja internetin käyttöön. Digitaalinen teknologia on juurtunut perusteellisesti siihen, miten elämme, olemme vuorovaikutuksessa, opimme ja teemme työtä. Voidaan kuitenkin kysyä, ovatko lapset ja nuoret valmiita entistä teknologisempaan tulevaisuuteen ja onko heillä kriittistä ja uutta luovaa osaamista yli teknologian viihdekäytön.

Covid 19 -pandemia muutti nopeasti ja laaja-alaisesti sekä opettajien että oppijoiden digitaalisia osaamistarpeita ja toi esiin yhteiskunnan digitaalista valmiusastetta. Tämä perinpohjainen ja äkillinen siirtymä antoi arvokasta tietoa rehtoreiden (Ahtiainen ym., 2022), opettajien (Dindar ym., 2021; Niemi & Kousa, 2020) sekä oppijoiden (Orbach ym., 2023) ja heidän huoltajiensa (Sorkkila ym., 2023) haasteista ja valmiuksista digitaalisessa muutoksessa. Nyt tiedossamme on, että ajanjakso paljasti digitaalisen osaamisen ja mahdollisuuksien eriarvoisuutta yksilöiden, koulujen ja alueiden välillä (Lavonen & Salmela-Aro, 2022) sekä opetuksen muutoksesta seurannutta oppimisvajetta ja hyvinvoinnin haasteita (Donnelly & Patrinos, 2022; Engzell ym., 2021; Lerkkanen ym., 2023; Loukomies & Juuti, 2021; Näykki ym., 2023).

Eriarvoistuva digitaalisen osaamisen kehityskulku asettaa siten haasteita oppijoiden yhdenvertaisuudelle. Digitaalinen osaaminen ja digitaaliset kriisivalmiudet tulisikin nähdä tasa-arvon asiana. Tässä on avainasemassa perusopetus, jossa sekä digitaalisen teknologian mielekkään käytön että sen kriittisen tarkastelun on mahdollista tavoittaa kaikki lapset ja nuoret omasta harrastuneisuudesta tai muista koulun ulkopuolisista tekijöistä riippumatta.

Vaikka pandemia toi mukanaan äkillisen muutostilanteen, teknologinen ja digitaalinen kehittyminen on ollut nopeaa ja laaja-alaista myös yleisesti. Vuonna 2022 olimme esimerkiksi yllättäen tilanteessa, jossa opetuksen asiantuntijat kaikilla koulutusasteilla maailmanlaajuisesti joutuivat pohtimaan suhtautumistaan tekoälyn sovelluksiin, kun OpenAI-yhtiön kehittämään kielimalliin perustuva ChatGPT-sovellus tuli avoimesti kaikkien

saataville. Ajassamme on toisin sanoen paljon nopeasti kehittyviä digitaalisuuteen liittyviä ilmiöitä, joiden vaikutusten ymmärtämisessä kasvattajalla ja opettajalla on keskeinen rooli lasten ja nuorten tukena.

Viimeaikaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että digitaalisen infrastruktuurin kehittymisestä ja laitteiden saatavuudesta huolimatta laajamittaista digitaalisen osaamisen muutosta ei suomalaisissa perusasteen kouluissa ole tapahtunut (Tanhua-Piironen ym., 2020). Usein myös opetusteknologian käyttöönoton tavat – kuten kirjojen korvaaminen digitaalisella oppimateriaalilla – ja taustalla olevat ajatukset sen vaikutuksista ovat yksinkertaistavia (esim. Mertala, 2020). Teknologiaa ei juuri hyödynnetä ajattelua aktivoivilla, tutkivilla ja yhteisöllistä oppimista edistävillä tavoilla (Leino ym., 2019; Vainikainen ym., 2023). Lisäksi suomalaiset oppilaat näyttävät omaksuvan suurimman osan digitaalisesta osaamisestaan koulun ulkopuolella, mikä lisää oppilaiden sosioekonomisesta taustasta johtuvaa eriarvoisuutta ja luo riskejä digitaalisen teknologian sääntelemättömälle yliannostukselle vapaa-ajalla (Leino ym., 2019).

Tutkimuksissa on havaittu, että opettajien välillä on suuria eroja siinä, missä määrin ja millaisiin tarkoituksiin he digitaalista teknologiaa omassa opetuksessaan hyödyntävät (Karakainen & Saikkonen, 2021). Epätasa-arvoiset osaamisen kehittämismahdollisuudet lisäävät eriytymisen uhkakuvia, joissa osa lapsista ja nuorista kehittää digitaalisen teknologian osaamis pääomaansa ja osa jää digitaalisten mahdollisuuksien ulkopuolelle. Tässä artikkelissa määrittelemme digitaalisen osaamisen tarkoittavan osaavaa, kriittistä ja vastuullista digitaalisten teknologioiden käyttöä oppimisessa, työssä ja yhteiskunnan toimintaan osallistumisessa (Euroopan komissio, 2019).

Kahtiajako digitaalisen teknologian hyödyntämismahdollisuuksien ja osaamista kehittävien kokemustarjoamien suhteen liittyy niin sanottuun toisen asteen digitaaliseen kuiluun (Selwyn & Facer, 2014; van Deursen & van Dijk, 2014; Zillien & Hargittai, 2009). Vaikka digitaalisen teknologian saatavuuteen ja käyttöön liittyviä ensimmäisen asteen digitaalisia kuiluja on tutkittu jo varsin laajasti (ks. esim. Agarwal ym., 2009; Riggins & Dewan, 2005), nykyinen digitaalinen kuilu liittyy erityisesti epätasa-arvoisiin digitaalisiin kokemustarjoamiin (Dodel & Mesch, 2018) sekä haasteisiin edistää datalukutaitoa ja kykyä ymmärtää ja kriittisesti tarkastella ns. datafikaatiota elämän eri osa-alueilla (ks. esim. Mertala, 2021; Pangrazio & Sefton-Green, 2020).

Tähän liittyy muun muassa uuden teknologian, kuten tekoälykehityksen, mukanaan tuoma kuilu algoritmitietoisuudessa (Cotter & Reisdorf, 2020; Gran ym., 2021) ja esimerkiksi erilaisten automaattisten suosittelevien järjestelmien vaikutusten arviointikyvyssä

(Claes & Philippette, 2020). Algoritmitietoisuudella tarkoitetaan käyttäjien ymmärrystä digitaalisten järjestelmien roolista tiedon luomisessa ja käsittelemisessä (Gran ym., 2021; Shin ym., 2022). Kyseessä on asteittain syvenevä ymmärrys, joka voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: perustietoisuus algoritmien olemassaolosta, käsitys algoritmien toimintalogiikasta ja kyky hyödyntää algoritmeja omassa toiminnassa kriittisesti ja eettisesti kestäväällä tavalla (Cotter & Reisdorf, 2020).

Cotter ja Reisdorf (2020) osoittavat tutkimuksessaan, että algoritmitietoisuuteen liittyvä osaaminen ei jakaannu tasaisesti, vaan korkeammassa sosioekonomisessa asemassa olevassa väestöryhmässä on enemmän tietoa algoritmien toiminnasta kuin alhaisemmassa sosioekonomisessa asemassa olevilla. Tämän kuilun on selitetty johtuvan muun muassa erilaisten resurssien kerrostuneisuudesta, jolla tarkoitetaan, että etuoikeutetummassa asemassa olevilla on käytössään enemmän resursseja ja mahdollisuuksia tiedon hankintaan ja käsittelyyn (Cotter & Reisdorf, 2020).

Algoritmitietoisuuden puute voi vaikuttaa yhteiskunnallisella tasolla osallisuuden ja vaikuttamisen mahdollisuuksiin ja esimerkiksi vahvistaa olemassa olevia näkemyksiä luomalla niin sanottuja kaikukammioita tai suodatinkuplia, joissa yksilöt tulevat tiedostamattaan vahvistaneiksi poliittisia tai kaupallisia viestejä (Gran ym., 2021). Parempi tietoisuus algoritmien ja esimerkiksi tekoälyn toiminnasta luo pohjan yksilöiden aktiiviselle toimijuudelle ja antaa välineitä ymmärtää ympäröivää maailmaa (Gran ym., 2021; Vartiainen ym., 2021).

Haasteena ei siten ole pelkästään digitaalisen teknologian saatavuus tai käyttö, vaan kyky hyödyntää teknologiaa merkityksellisiin tiedollisiin ja sosiaalisiin käytänteisiin sekä mahdollisuus osallistua teknologian suunnitteluun ja kehittämiseen. On toisin sanoen tärkeää, että lapset ja nuoret suhtautuvat digitaaliseen teknologiaan kriittisesti ja ennakoivasti ja että he pohtivat teknologian luonnetta ja mahdollisuuksia eivätkä vain hyväksy sitä käyttöönsä kritiikittömästi. Jotta näin tapahtuisi, lasten ja nuorten on hankittava taitoja ja valmiuksia innovoida, suunnitella, ohjelmoida ja rakennella tietoa digitaalista teknologiaa hyväksi käyttäen (Huang ym., 2020). Tärkeitä eivät ole esimerkiksi vain ohjelmointi- tai laskentataidot, vaan myös suunnitteluun ja innovointiin liittyvä osaaminen, mukaan lukien luovat ja yhteisölliset ongelmanratkaisutaidot (Häkkinen ym., 2017). Nämä taidot lisäävät yhteiskunnallista osallisuutta, ja niiden vahvistamisessa kouluilla, opettajilla ja kasvattajilla on keskeinen rooli.

Kokonaiskäsitys suomalaisten oppilaiden ja opettajien tilanteesta digitaalisen osaamisen suhteen sekä digitaalisen teknologian roolista oppimisessa on vielä melko

hajanainen. Tämän narratiivisen katsausartikkelin tavoitteena on vastata tähän tutkimustarpeeseen ja saattaa yhteen empiiristä tutkimustietoa digitaalisen osaamisen nykytilanteesta. Artikkelin osallistuu digitaalisen polarisaation keskusteluun ja tuo esiin näkökulmia oppilaiden ja opettajien digitaalisesta osaamisesta ja osaamisen kehittämisestä sekä digitaalisen teknologian roolista oppimisessa ja vaikutuksista oppimistuloksiin. Artikkelin huomioi eriarvoistuvan yhteiskunnan huolten ohella myös vastuullisia tekoja, jotka liittyvät koulujen digitaalisten toimintaympäristöjen tarkastelemiseen sekä oppilaiden ja opettajien digitaalisen osaamisen tukemiseen. Tarvitsemme kriittistä yhteiskunnallista tarkastelua ja keskustelua digitaalisia ympäristöjä ja työkaluja hyödyntävän oppimisen ja opettamisen nykytilasta sekä konkreettisia toimenpiteitä osaamisen kehittämiseen nyt ja tulevaisuudessa.

## **2 Narratiivinen kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä**

Lähestymistavaksi valittiin kirjallisuuskatsaus, koska tavoitteena oli luoda kokonaiskuva suomalaisen perusasteen oppilaiden ja opettajien digitaalisesta osaamisesta ja sen kehittämisestä. Aihepiiriin liittyvät ja laajaa näkyvyyttä saaneet ICILS 2018 -tutkimuksen (International Computer and Information Literacy Study) raportti (Leino ym., 2019) ja Digiajan peruskoulu -selvitykset (Tanhua-Piironen ym., 2019; 2020) toimivat kirjallisuuskatsauksen lähtökohtana.

Tavoitteena oli selvittää, millaisia empiirisiä tutkimuksia digitaalisesta osaamisesta on Suomessa tehty. Kohteeksi rajattiin siis Suomessa toteutetut empiiriset tutkimukset, joissa on tarkasteltu digitaalista oppimista ja osaamista peruskoulun kontekstissa. Aihepiiriin liittyvissä julkaisuissa käytetään vaihtelevia asiasanoja ja termejä, minkä vuoksi pyrittiin löytämään mahdollisimman kattavasti digitaaliseen osaamiseen liittyviä hakusanoja. Kirjallisuuskatsauksen aineisto haettiin englanninkielisillä hakusanoilla digital competence, digital skills, digital literacy, digital teaching, digital education, educational technology ja computational thinking sekä suomenkielisillä hakusanoilla digitaalinen osaaminen, ICT-aidot, digipedagogiikka, digiosaaminen, digitaaidot, ohjelmoinnillinen ajattelu ja koulutuksen digitalisaatio.

Aineistoa haettiin ERIC- ja FINNA-tietokannoista. ERIC-tietokanta on erityisesti kasvatustieteen tietokanta, jossa haku oli mahdollista rajata koskemaan haluttuja kouluasteita. FINNA-tietokanta tarjoaa puolestaan suomeksi kirjoitettuja julkaisuja. Haku rajattiin koskemaan vuosia 2014–2023, koska kulunut vuosikymmen sisältää viimeaikaisimman tutkimustiedon ja kertoo ajanjaksosta, jolloin uusin peruskoulun opetussuunnitelma (POPS, 2014) on juuri ollut tulossa voimaan. Ensimmäisen vaiheen

kirjallisuushaku tuotti yhteensä 334 hakutulosta ERIC-tietokannassa ja 190 hakutulosta FINNA-tietokannassa.

ERIC Proquest -tietokantahaussa suodatettiin pois artikkelit, jotka eivät kohdistuneet peruskouluun tai eivät olleet empiirisiä tutkimuksia, jolloin jäljelle jäi 81 hakutulosta. FINNA-tietokannassa tämä vaihe tehtiin käsin abstraktien ja otsikoiden perusteella, sillä tietokanta ei mahdollista hakutulosten suodattamista suoraan kouluasteen perusteella, ja jäljelle jäi 3 hakutulosta. Duplikaattien karsimisen jälkeen kirjallisuuskatsauksen materiaalina oli yhteensä 48 yksittäistä julkaisua.

Aineiston käsittely eteni vaiheittain seuraavasti: 1) aineiston hakeminen tietokannoista ERIC ja FINNA, 2) julkaisujen suodattaminen kouluasteen mukaan (ERIC), 3) julkaisujen suodattaminen otsikon ja abstraktin perusteella (FINNA), 4) käsin poimitun aineiston valikointi, 5) julkaisujen lukeminen ja valintakriteerien soveltaminen aineistoon ja 6) aineiston laadullinen tarkastelu ja johtopäätösten kirjoittaminen.

Haun tuottama kirjallisuus käytiin huolellisesti läpi ja aineistoa järjesteltiin narratiivisen kirjallisuuskatsauksen orientaatiota hyödyntäen teema-alueisiin, joita esiteltiin laadullisesti kuvaillen ja tuoden esiin myös empiirisiä esimerkkejä (Baumeister & Leary, 1997; Siddaway ym., 2019). Prosessin aikana näkökulmiksi tiivistyivät (ks. liite 1) seuraavat kolme teemakokonaisuutta:

- 1) suomalaisen peruskoulun nykytila: oppilaiden ja opettajien digitaalinen osaaminen sekä digitaalisen teknologian hyödyntämisen luokahuonekäytännöt
- 2) digitaalisen teknologian opetuskäytön vaikutukset oppilaiden oppimistuloksiin
- 3) oppilaiden ja opettajien digitaalisen osaamisen kehittäminen.

Artikkelin ensimmäisessä osassa luodaan katsaus oppilaiden ja opettajien digitaalista osaamista käsitteleviin tutkimuksiin, ja huomiota kiinnitetään valtavirran ohella nouseviin näkökulmiin ja havaintoihin. Tällä pyritään varmistamaan, että artikkelin kokonaisuudessa huomioidaan useita näkökulmia, vaikka näistä ei olisikaan saatavilla vielä paljoa empiiristä tutkimusta. Artikkelin toisessa osassa esitellään tutkimuksia, joissa on tarkasteltu digitaalisen teknologian opetuskäytön ja oppimistulosten välisiä yhteyksiä. Kolmannessa osiossa tarkastellaan digitaalisen osaamisen kehittämistä, tehdään havaintojen perusteella suosituksia ja pohditaan tulevaisuuden suuntaviivoja narratiivisen kirjallisuuskatsauksen orientaation mukaisesti.

### **3 Suomalaisen peruskoulun nykytila**

#### ***3.1 Mitä suomalaislasten ja -nuorten digitaalisesta osaamisesta tiedetään?***

Kirjallisuuskatsaus osoitti seitsemän tutkimusta, joissa on tarkasteltu suomalaislasten ja -nuorten digitaalista osaamista. Fraillon kollegoineen (2019) samoin kuin Leino kollegoineen (2019) hyödynsivät vuonna 2018 toteutetun OECD-maita vertailevan ICILS 2018 - tutkimuksen (International Computer and Information Literacy Study) aineistoa, jossa tutkittiin kahdeksannen vuosiluokan oppilaiden monilukutaitoa ja ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja. ICILS-tutkimuksessa (Leino ym., 2019) monilukutaidon määriteltiin tarkoittavan taitoja, joiden avulla oppilaat käsittelevät tietoa tietokonetta hyödyntäen, erityisesti verkkoympäristöissä. Taitoihin kuuluu tiedon kuluttamisen ohella myös sen muokkaaminen ja jakaminen. Ohjelmoinnillisen ajattelun taidot puolestaan määriteltiin ICILS-tutkimuksessa kyvyksi tunnistaa tosielämään perustuvien ongelmien ohjelmoinnillisia piirteitä sekä arvioida ja kehittää ongelmiin algoritmisia ratkaisuja, myös tietokonetta hyödyntäen (Leino ym., 2019).

Molempien tutkimusten (Fraillon ym., 2019; Leino ym., 2019) mukaan kolmasosalla suomalaisista nuorista monilukutaito oli korkealla tasolla, mutta noin neljäsosalla oppilaista taidot olivat heikot. Lisäksi ohjelmoinnillisen ajattelun taidot olivat kolmen parhaan tutkittavan maan joukossa (Tanska, Korea ja Suomi) ja tyttöjen taitotasot olivat poikia paremmat (Leino ym., 2019). Suomalaisnuorten digitaalisissa taidoissa onkin havaittavissa lieviä sukupuolieroja, sillä tutkimuksen mukaan tytöt menestyivät poikia paremmin sekä ohjelmoinnillisessa ajattelussa että digitaaliseen viestintään liittyvissä tehtävissä (Leino ym., 2019), kun taas aiempi tutkimus (esim. Kaarakainen ym., 2017) on osoittanut poikien suoriutuvan paremmin ohjelmoinnillisessa ajattelussa ja teknisissä tehtävissä.

ICILS-tutkimus (Leino ym., 2019) osoitti myös joitakin alueellisia eroja digitaalisen osaamisen tasossa Etelä- ja Länsi-Suomen eduksi, mutta syvällisempi arviointi osoitti erojen selittyvän perheiden sosioekonomisilla eroilla. Toisin sanoen vanhempien tai huoltajien koulutuksella ja ammatilla sekä kotona olevien kirjojen määrällä oli selvä vaikutus oppilaiden digitaaliseen taitotasoon. Maahanmuuttajataustaisilla nuorilla oli selvästi alhaisempi mitattu taitotaso. Lisäksi ne oppilaat, jotka olivat käyttäneet tietokoneita pidempään, saivat parempia tuloksia digitaalisen osaamisen testeissä kuin ne, joilla oli vähemmän kokemusta (Leino ym., 2019).

Kaarakainen ja Saikkonen (2015) tarkastelivat digitaalista osaamista selvittäen suomalaisnuorten teknologian käyttötottumuksia ja informaationlukutaitoa. Tulokset osoittivat, että nuorten tiedonhakutaidot olivat yleisesti ottaen riittämättömät. Myös tässä tutkimuksessa oli havaittavissa sukupuolieroja: pojat suoriutuivat tyttöjä paremmin tehtävissä,

joissa vaadittiin tietolähteiden paikantamista, ja tytöt suoriutuivat poikia paremmin hakutulosten arvioinnissa.

Kaarakainen ja Saikkonen (2015) havaitsivat, että sekä tytöillä että pojilla oli haasteita keksiä oikeita ja kattavia hakusanoja. Tulosten perusteella havaittiin, että oppilaat, jotka suoriutuvat muita paremmin tiedonhakutehtävissä, olivat myös muita aktiivisempia digitaalisen teknologian käyttäjiä ja että he käyttivät aktiivisemmin uuden median palveluja ja teknologiaa esimerkiksi oman sisällöntuottamisen välineenä ja tiedonhaussa.

Lisäksi muutama empiirinen tutkimus tarkasteli ajankohtaisia, muun muassa algoritmitietoisuuteen ja datan roolin ymmärrykseen linkittyviä digitaalisen osaamisen erityisalueita, ohjelmoinnillista ajattelua ja lasten tekoälykäsityksiä. Esimerkiksi Fagerlundin ja kollegoiden (2020) tutkimuksessa tutkittiin neljännen luokan oppilaiden (N = 57) ohjelmoinnillista ajattelua arvioimalla heidän Scratch-projektejaan. Tulokset osoittivat monipuolista ohjelmoinnillisen ajattelun harjoittelua. Mertala kollegoineen (2022) tutki viides- ja kuudesluokkalaisten (N = 195) tekoälyä koskevia käsityksiä ja havaitsi oppilaiden tekoälykäsitysten olevan moninaisia ja usein aiheeseen syvällisesti perehtymättömiä.

Kaarakainen ja Kaarakainen (2018) puolestaan tutkivat, millaisia nuorten digitaalisen teknologian käyttäjäprofiilit ovat, miten sukupuoli ja kouluaste vaikuttavat nuorten jakautumiseen erilaisiin käyttäjäprofiileihin ja miten erilaiset profiilit yhdistyvät nuorten digitaaliseen osaamiseen. Klusterianalyysin perusteella he tunnistivat neljä toisistaan tilastollisesti merkitsevästi eroavaa digitaalisen teknologian käyttäjäryhmää: ”normikäyttäjät”, poikavoittoiset monipuoliset aktiivikäyttäjät, tyttövoittoiset sosiaaliset aktiivikäyttäjät ja yksipuoliset käyttäjät. Tässä havainnossa merkityksellistä on pohtia, miten koulu voisi tukea erityisesti yksipuolisten käyttäjien osaamista.

Yhteiskunnassamme tuodaan alati esiin digitaalisen osaamisen tärkeys osallisuuden ja tasa-arvoisten toimintamahdollisuuksien takaajana. Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että suomalaisten lasten ja nuorten digitaalista osaamista ei ole juurikaan vielä systemaattisesti tarkasteltu, ja empiiristä tutkimusaineistoa on aiheesta vain rajallisesti. Laaja ICILS-tutkimus kohdentuu kahdeksasluokkalaisiin, ja tärkeää olisi saada tietoa myös nuorempien oppilaiden digitaalisesta osaamisesta.

Tutkimusten (esim. Leino ym., 2019) esiin nostamat sukupuolten väliset erot ohjelmoinnillisen ajattelun ja digitaalisen viestinnän taidoissa sekä perheen sosioekonomisen taustan vaikutukset digitaalisessa osaamisessa edellyttävät lisätutkimuksia ja tutkimusten tulosten mukaisia tukitoimia. Keskeisenä havaintona on, että oppilaat eivät ole heterogeeninen ryhmä, vaan ryhmien sisällä on erilaisia taitotasojen ja digitaalisen teknologian käyttämisen



alaryhmiä. Opetuksen tietoisempi monipuolistaminen digitaalista teknologiaa hyödyntäen voisi tuoda tukea myös sosioekonomiselta asemaltaan heikommassa asemassa oleville ja digitaalisia välineitä yksipuolisesti käyttäville lapsille ja nuorille sekä niille, jotka ovat vaarassa jäädä kokonaan lasten ja nuorten keskinäisen digitaalisen kulttuurin ulkopuolelle (Kaarakainen & Kaarakainen, 2018).

### **3.2 Millaista on opettajien digitaalinen ja digipedagoginen osaaminen?**

Toinen kirjallisuuskatsauksen suomalaisen peruskoulun nykytilaan liittyvä teema tarkastelee opettajien digitaalista ja digipedagogista osaamista. Yhteiskunnan digitaalinen kehitys haastaa opettajia kahdella tasolla, oman digitaalisen osaamisen, mutta myös digipedagogisen osaamisen kehittäjinä. Hyvä ja luova, mutta myös kriittinen ja vastuullinen digitaalinen osaaminen on tärkeää kaikissa työnkuissa ja tehtävissä.

*Digipedagogista osaamista* voidaan puolestaan kuvata opettajan pedagogiseksi taidoksi suunnitella ja toteuttaa opetusta erilaisten digitaalisten sovellusten ja ympäristöjen avulla siten, että oppijoiden sisällöllinen osaaminen ja oppimistaidot vahvistuvat (esim. Caena & Redecker, 2019). Tällöin huomioidaan, miten opettajat kykenevät omassa opetustyössään myös tukemaan lasten ja nuorten digitaalisen osaamisen kehittymistä esimerkiksi edistämällä digitaalisen monilukutaidon kehitystä (Caena & Redecker, 2019; Harteis, 2019; Tsai & Chai, 2013) tai algoritmitietoisuuden vahvistumista (Cotter & Reisdorf, 2020; Gran ym., 2021; Shin ym., 2022).

Esimerkiksi DigCompEdu-viitekehys (Euroopan komissio, 2017) on korostanut opettajien digitaalisen ja digipedagogisen osaamisen kehittämistä, joka pitäisi nähdä yhteen kietoutuneena opettajan ammatillisen ja pedagogisen osaamisen kanssa. Olennaista on tukea opettajien osaamista erilaisten digitaalisten välineiden vahvuuksien ja heikkouksien tunnistamisessa sekä digitaalisten työkalujen holistisessa tarkastelussa toisiaan – ja muita opetusmateriaaleja – täydentävänä kokonaisuutena (esim. Carrillo & Flores, 2020; Kalantzis & Cope, 2020). Opettajan osaaminen liittyy erityisesti siihen, miten ja millaisiin oppimistilanteisiin digitaalista teknologiaa hyödynnetään ja millaisista tilanteista se suunnitelmallisesti jätetään pois hyödyntäen toisenlaisia välineitä, kuten oppikirjoja, vihkoja, kyniä ja kasvokkaisia keskusteluja.

Tunnistimme kirjallisuuskatsauksessa 13 tutkimusta, joissa oli tarkasteltu suomalaisten opettajien digitaalista osaamista. Sipilä (2014) korosti, että suurella osalla kyselytutkimukseen osallistuneista opettajista oli haasteita tieto- ja viestintätekniikan täysimääräisessä oppimista edistävässä hyödyntämisessä. Lisäksi oppilaitosten virallisissa

rakenteissa ja päivittäisissä luokahuonekäytännöissä koettiin olevan digitaalisen osaamisen suhteen ristiriitoja.

Myös Tanhua-Piironen kollegoineen (2020) tarkasteli, miten koulujen digitalisaatio on edennyt koulujen kehittämisen ja arjen toimintojen eri osa-alueilla. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että opettajien digitaalisen osaamisen kehitys on ollut maltillista. He myös korostivat, että osaamisen kehittämisessä on ollut merkityksellistä koulujen tutortoiminta ja täydennyskoulutus, joiden avulla opettajien luottamus omiin taitoihinsa on vahvistunut. Tanhua-Piironen ja kollegoiden (2019) aiempi julkaisu toi esiin, että koulujen strategiatyössä on tapahtunut positiivista, mutta hidasta kehitystä, jonka ansiosta digitalisaatioon on suhtauduttu aiempaa tavoitteellisemmin ja kokonaisvaltaisemmin ja myös opettajien henkilökohtaiset kehitystavoitteet on otettu huomioon.

Tutkimukset osoittavat, että opettajien välillä on suuria eroja digitaalisessa osaamisessa. Esimerkiksi Cai ja Gut (2020), Hämäläinen kollegoineen (2021), Kaarakainen kollegoineen (2018), Kaarakainen ja Saikkonen (2021) sekä Tanhua-Piironen kollegoineen (2019) ovat osoittaneet, että miesopettajat hyödyntävät digitaalista teknologiaa naisopettajia useammin opetuksessaan ja nuoret opettajat vanhempia kollegojaan aktiivisemmin. ICILS 2018 -tutkimuksessa on havaittu miesopettajien digitaalisten kyvykkyyssuomusten olevan vahvempia kuin naisopettajilla (Fraillon ym., 2019). Iän suhteen on havaittu, että alle 40-vuotiaat opettajat uskovat omiin digitaalisiin taitoihinsa vanhempia opettajia enemmän (Fraillon ym., 2019; Leino ym., 2019). Myös Kyllösen (2020) haastattelututkimus osoitti, että opettajan digipedagoginen osaaminen on yhteydessä hänen ikäänsä sekä työ- ja opetuskokemukseensa.

Tutkimuskatsauksessa tunnistettiin myös digitaaliseen osaamiseen liittyvä uusi tutkimusalue, opettajien käsitykset ja valmiudet opettaa ohjelmoinnillista ajattelua ja koodaustaitoja. Tässä teemassa esitellään kolme aihetta tarkastelevaa tutkimusta (Korhonen ym., 2023; Pörn ym., 2022; Wu ym., 2020). Korhonen kollegoineen (2023) kartoitti kyselylomakkeella suomalaisten esi-, ala- ja yläkoulun opettajien (N = 943) käsityksiä, asenteita ja tunteita ohjelmoinnin sisällyttämisestä opetussuunnitelman perusteisiin niiden käyttöönoton aikaan. Tulokset havainnollistivat, että opettajien suhtautuminen vaihteli kielteisestä myönteiseen ja että tukitoimien suunnittelussa olisi tärkeää huomioida koulutuksen muutoksen kokonaisvaltaisuus ja muutosten affektiivinen luonne.

Pörnin ja kollegoiden (2022) tutkimus selvitti, miten suomalaiset vuosiluokkien 1–6 opettajat (N = 91) suhtautuivat ohjelmointiin ja ohjelmoinnin opettamiseen vuosi sen

jälkeen, kun opetussuunnitelman perusteet, joihin ohjelmointi sisältyi, oli otettu käyttöön. Opettajien suhdetta ohjelmointiin tutkittiin analysoimalla heidän näkemyksiään ohjelmoinnista, itse arvioituja valmiuksiaan opettaa ohjelmointia ja asenteitaan ohjelmoinnin opettamista kohtaan. Tulosten mukaan opettajat suhtautuivat ohjelmointiin koulussa vaihtelevin tuntein, mutta enemmistö koki olevansa riittävän valmistautuneita opettamaan ohjelmointia, ja monet suhtautuivat aiheeseen myönteisesti. Tutkimus osoitti myös, että tietämys aiheesta oli tärkein valmiuteen ja myönteiseen asenteeseen vaikuttava tekijä.

Wu kollegoineen (2020) tutki opettajien käsityksiä koodaamisesta ja selvitti, millaista tukea opettajat ovat saaneet sekä millaisia koodaamisen opettamiseen liittyviä valmiuksia ja haasteita heillä oli. Tutkimus oli kansainvälinen vertailututkimus, joka toteutettiin Suomessa, Manner-Kiinassa, Singaporessa, Taiwanissa ja Etelä-Koreassa. Tulokset osoittivat suomalaisopettajien pitävän koodausosaamista oppilaille yleishyödyllisenä taitona tulevaisuutta varten.

Digitaalisen osaamisen suhteen suurimmat erot vaikuttaisivat olevan yksilöiden välillä, mutta löysimme muutamia tutkimuksia, joissa oli havaittavissa eroja alueellisessa kehityksessä myös kunta- ja koulutasolla. Digiajan peruskoulu -raportit (Tanhua-Piiroinen ym., 2019; Tanhua-Piiroinen ym., 2020) toivat esiin, että koulujen digitaalinen toimintakulttuuri ja asenneympäristö sekä mahdollisuudet hyödyntää digitaalisia opetus- ja oppimismahdollisuuksia ovat edelleen hyvin erilaiset. Tanhua-Piiroinen ja kollegat (2019) havaitsivat, että digitalisaatioprosessissa on nähtävissä eroja kuntien välillä ja niiden sisällä.

Kaarakaisen ja Saikkosen (2021) tutkimus osoitti, että opettajien teknologian käyttö vaihtelee pääasiassa yksilötasolla, mutta myös koulujen välillä on pientä vaihtelua. Uhka koulujen välisestä eriytymisestä ja alueellisten erojen kasvamisesta voi merkitä myös kehityskulkua polarisaatiota kohti. Jo nyt on havaittavissa koulujen välisiä eroja digitaalisen toimintakulttuurin edistämisen, digitaalisessa infrastruktuurissa ja resursseissa (Tanhua-Piiroinen ym., 2020; Tanhua-Piiroinen ym., 2016).

Tutkimukset osoittavat, että opettajien digitaaliset taidot ja kiinnostus digitaalisia ilmiöitä sekä digitaalista oppimista ja opetusta kohtaan vaihtelevat suuresti, millä on väistämättä seurauksensa digitaalisen teknologian hyödyntämiseen tai hyödyntämättömyyteen luokkahuoneissa (Kaarakainen & Saikkonen, 2021; Leino ym., 2021). Tanhua-Piiroinen kollegoineen (2020) nostaa esiin, että koulujen erilaisista mahdollisuuksista hyödyntää digitaalisia opetus- ja oppimismenetelmiä on riskinä seurata eriarvoistuva tilanne

lapsille ja nuorille, millä on myös seurauksensa yhteiskunnassa, jatko-opinnoissa ja työelämässä tarvittavien digitaitojen oppimiselle. Näiden erojen kehityksestä on jatkossa syytä hankkia ajantasaista tietoa, jotta korjaavat toimenpiteet osataan kohdistaa oikein.

Tulevaisuuden kansalaisuuden näkökulmasta on tärkeää tarjota lapsille ja nuorille tasavertaiset mahdollisuudet kartuttaa digiosaamistaan osana perusopetusta. Yksi tapa tarjota rakenteita, jotka tukevat digitaalisen teknologian pedagogisesti mielekästä käyttöä, ja edistää valtakunnallisesti yhdenvertaisuutta digitaalisen osaamisen opetuksessa, ovat vuosiluokkakohtaiset osaamisen kuvaukset, jotka on kehitetty Uudet lukutaidot - kehittämisohjelmassa (Opetus- ja kulttuuriministeriö, ei pvm.). Vaikka osaamisen kuvaukset ja niiden rinnalle luodut tukimateriaalit jo itsessään tuovat opetussuunnitelman tavoitteita konkreettisemmalle tasolle, on silti tärkeää edelleen tukea kaikkia opettajia niiden integroimisessa omaan työhönsä.

### ***3.3 Mihin digitaalista teknologiaa suomalaisissa peruskouluissa käytetään?***

Oppijoiden ja opettajien digitaalisen osaamisen tarkastelun ohella on tärkeää selvittää, mitä aiheesta tehtyjen tutkimusten perusteella tiedetään digitaalisen teknologian hyödyntämisestä suomalaisissa peruskouluissa. Kirjallisuuskatsauksessa löydettiin kymmenen vuoden tarkasteluajanjaksolta viisi kyselytutkimukseen perustuvaa empiiristä tutkimusta, joissa on selvitetty digitaalisen teknologian käyttöä osana kouluopetusta. Lisäksi löydettiin 14 sellaista digitaalisen teknologian opetus- ja oppimiskäyttöön ja sen oppimisvaikutuksiin liittyvää empiiristä tutkimusta, joissa on hyödynnetty koe-kontrolliasetelmaa tai tapaus- tai design-tutkimuksen orientaatiota. Kuvailemme ensin kyselytutkimusten antia ja esittelemme sen jälkeen empiirisiä esimerkkejä digitaalisen teknologian opetuskäytön tutkimuksista suomalaisissa peruskouluissa.

ICILS-tutkimukseen pohjautuvassa raportissaan Leino kollegoineen (2019) toi esiin, että vain reilu kymmenesosa suomalaisnuorista kertoi käyttävänsä digitaalisia laitteita päivittäin koulussa opiskellakseen, mutta sen sijaan he käyttivät laitteita päivittäin koulussa muihin kuin kouluun ja opiskeluun liittyviin tarkoituksiin muita tutkittuja maita enemmän. Suomen prosenttiosuus (56 %) oli OECD:n vertailumaiden suurin. Kymmenen vuotta sitten toteutettu ESSIE-vertailututkimus (European Survey of School: ICT in Education, Euroopan komissio, 2013) osoitti, että suomalaiset koulut olivat oppilaiden digitaalisen teknologian opiskelukäytön määrää mitattaessa vertailun viimeisiä. Samaa viestiä välitti OECD:n (2015) raportti, josta ilmeni, että suomalaisnuorten digitaalisen teknologian hyödyntäminen koulutyössä ja kotitehtävien teossa oli erityisen vähäistä.

ICILS-tutkimuksessa (Leino ym., 2019) selvitettiin myös opettajilta, mihin eri tarkoituksiin he kertoivat käyttävänsä digitaalisia laitteita oppitunneilla opettaessaan. Vertailu osoitti, että opettajat käyttivät teknologiaa eniten viestintään vanhempien ja huoltajien kanssa (77 %) sekä tiedon esittämiseen opettajajohtoisesti suorana luokkaopetuksena (70 %).

Koearviointi, palautteen antaminen, taitojen vahvistaminen esimerkkejä toistamalla sekä oppilaiden yhteistyön ja tutkivan oppimisen tukeminen olivat sellaisia osa-alueita, joilla teknologiaa hyödynnettiin melko vähän verrattuna siihen, miten yleisiä näiden toimintojen kerrottiin olevan opetuksessa (Leino ym., 2019). Tutkimus toisin sanoen osoitti, että suomalaisissa kouluissa hyödynnetään vain harvoin digitaalista teknologiaa oppijan aktiivisen toimijuuden ja keskustelevan, merkityksiä neuvottelevan, uutta luovan ja tuotoksiaan jakavan oppijayhteisön rakentamisen tukena; pääpaino on sen sijaan yksinkertaisissa informaation hakemisen, jakamisen ja tallentamisen tavoissa (Leino ym., 2021).

DigiVoo-hankkeen raportti (Vainikainen ym., 2022) esitti samansuuntaisia tuloksia tuoden esille, että yläkouluissa käytetään digitaalista teknologiaa varsin vähän ja käyttö on luonteeltaan yksipuolista (tiedonhaku, tiedon muokkaus ja tallennus). Sekä ICILS-tutkimus (Leino ym., 2021) että DigiVoo-hankkeen tutkimus osoittavat oppilaiden olevan harvoin aktiivisen ja luovan toimijan roolissa digitaalisuutta hyödyntäessään (Vainikainen ym., 2022).

Tanhua-Piironen ja kollegat (2019) tuovat esiin, että oppilaiden digitaalinen osaaminen on kehittynyt hitaasti. He korostavat, että oppilaiden digitaalisen osaamisen kehittymistä olisi syytä seurata ja mittaustuloksia pitäisi kerätä systemaattisesti pidemmältä ajalta. Empiiristen havaintojen perusteella vaikuttaa siis siltä, että peruskoulussa käytetään edelleen ensisijaisesti perinteisempiä välineitä kuten kirjoja, vihkoja ja monisteita, jolloin digitaalisen osaamisen karttuminen jää ohueksi. Perusopetuksen opetussuunnitelman (2014) perusteiden laaja-alaisissa osaamistavoitteissa korostettu oppilaiden oma aktiivisuus teknologian käytössä ei siten vielä toteudu.

Digitaalisen osaamisen eriytymisen kannalta uhkana digitaalisten työkalujen opetuskäytön yksipuolisuudessa on se, että etenkin ne lapset ja nuoret, jotka lukeutuvat myös vapaa-ajallaan yksipuolisten teknologiaympäristöjen ja medioiden käyttäjiin (Kaarakainen & Kaarakainen, 2018), jäävät vaille tilaisuuksia oppia digitaalisen teknologian luovaa ja yhteisöllistä hyödyntämistä sekä sen avulla tapahtuvaa tiedonrakentelua.

Empiiriset esimerkit kvasikokeellisista sekä tapaus- ja design-tutkimuksista tarjoavat kyselytutkimuksia monipuolisemman kuvan digitaalisen teknologian opetus- ja oppimiskäytön kontekstien tutkimuksesta. Kirjallisuuskatsaus osoitti, että suomalaisissa

tutkimuksissa konteksteina ovat olleet matematiikan ja luonnontieteen opetus (Christopoulos ym., 2020; Hautala ym., 2018; Kiili ym., 2018; Laherto & Laherto, 2018; Oikarinen ym., 2022), maker- ja STEAM-opetus (Espino ym., 2019; Loukomies ym., 2020; Vuopala ym., 2020), musiikin opetus (Juntunen, 2020; Ojala, 2018) ja digitaalinen tarinankerronta (Byman ym., 2022; Kumpulainen ym., 2020; Niemi ym., 2018; Niemi & Multisilta, 2016).

Näissä tutkimuksissa on muun muassa tarkasteltu kehitettyjä työkaluja matematiikan ja luonnontieteen opetuksessa sekä työkalujen vaikutuksia oppimistuloksiin (esim. Christopoulos ym., 2020). Lisäksi tutkimuksissa on kehitetty opetusta esimerkiksi STEAM-sisältöjä (esim. Espino ym., 2019) ja digitaalista tarinankerrontaa hyödyntäen (esim. Byman ym., 2022). Luonnollisestikaan opetuksen koko todellisuus ja teknologian opetuskäytön pedagogiset innovaatiot eivät välity pelkästään näiden artikkelien kautta, vaan paljon digitaalisen opetuksen ja oppimisen esimerkkejä jää pimentoon siitä syystä, että niistä ei ole tehty empiiristä tutkimusta.

Joka tapauksessa aineistosta välittyy havainto, että tarvitaan monipuolisia tutkimusmenetelmiä ja mahdollisuuksia tarkastella aitoja luokkahuonetilanteita, jotta saisimme lisää tietoa digitaalisen teknologian mahdollistamista oppimis- ja opetustilanteista. Olisi tärkeää tarkastella, millaista opettajan pedagogista toimintaa kyseisiin opetustilanteisiin liittyy ja miten oppilaat niissä toimivat yksin ja yhdessä ja teknologian tukemana. Lisäksi tulisi tutkia aidoissa luokkahuonetilanteissa, miten digitaaliselta osaamiseltaan ja digitaalisen teknologian käyttäjäprofiililtaan erilaiset oppilaat hyödyntävät digitaalisen oppimisen mahdollisuuksia, millaisia haasteita heidän toimintaansa kyseisissä tilanteissa mahdollisesti liittyy ja miten heidän oppimistaan voitaisiin tukea.

#### **4 Digitaalisen teknologian opetuskäytön vaikutukset oppimistuloksiin**

Seuraava kirjallisuuskatsauksen teemakokonaisuus liittyy digitaalisen teknologian oppimis- ja opetuskäytön oppimistulosvaikutusten tarkasteluun. Kolmessa tutkimuksessa aihetta oli tutkittu kyselytutkimuksen avulla ja saatu osittain ristiriitaisia havaintoja; tutkimuksissa käytettiin myös PISA-tutkimuksen aineistoja (Programme for International Student Assessment) (Bulut & Cutumisu, 2018; Odell ym., 2020; Saarinen ym., 2021).

Bulut ja Cutumisu (2018) tarkastelivat tutkimuksessaan vuoden 2012 PISA-aineistoa. Tutkimuksessa selvitettiin, vaikuttavatko digitaalisen teknologian käyttö ja saatavuus kotona ja koulussa eri tavoin matematiikan ja luonnontieteiden PISA-tuloksiin. Tulokset osoittivat, että digitaalisen teknologian käyttäminen matematiikan oppitunneilla ja kotiympäristössä koulutehtäviin oli negatiivisesti yhteydessä matematiikan ja

luonnontieteiden oppimistuloksiin. Lisäksi digitaalisen teknologian viihdekäyttö oli negatiivisessa yhteydessä molempien aineiden oppimistuloksiin.

Odellin ja kollegoiden (2020) tutkimuksessa hyödynnettiin vuoden 2015 PISA-aineistoa ja arvioitiin digitaalisen teknologian käytön, saatavuuden ja pystyvyysuskomusten vaikutusta oppilaiden luonnontieteiden PISA-tuloksiin, kun oppilaiden sosioekonominen asema otettiin huomioon. Tulokset osoittivat, että 1) digitaalisen teknologian runsas käyttö ja saatavuus sekä kotona että koulussa olivat yhteydessä matalampiin luonnontieteiden tuloksiin ja 2) oppilaat, jotka käyttivät digitaalista teknologiaa muita mieluummin, suoriutuivat luonnontieteissä paremmin. Saarinen kollegoineen (2021) hyödynsi myös vuonna 2015 kerättyä PISA-aineistoa ja tarkasteli digitaalisen teknologian käytön yhteyttä oppimistuloksiin. Tulokset osoittivat teknologian käytön ennustavan oppilaiden heikompaa suoriutumista oppimistuloksissa.

Kolmessa tutkimuksessa tarkasteltiin digitaalisen teknologian opetuskäytön vaikutuksia matematiikan ja luonnontieteiden oppimiseen koe-kontrolliasemaa käyttäen (Christopoulos ym., 2020; Hautala ym., 2018; Kurvinen ym., 2020). Christopoulos kollegoineen (2020) tutki matematiikan opetusta, jonka yhteydessä hyödynnettiin Suomessa suunniteltua digitaalista harjoitustyökalua (Eduten Playground, ViLLE). Kyseessä on työkalu matematiikan, ohjelmoinnin ja kielten harjoitteluun (Laakso ym., 2018). Työkalussa on lähes 150 erilaista harjoitusta, jotka perustuvat opetussuunnitelmaan ja mahdollistavat automaattisen arvioinnin ja välittömän palautteen. Työkalussa hyödynnetään lisäksi pelillistämisen elementtejä, kuten virtuaalisia palkintoja. Työkalua kokeiltiin 135 kolmasluokkalaisten kanssa. Oppilaat jaettiin satunnaisesti koe- tai kontrolliryhmään, jotka työskentelivät kahdeksan viikon ajan. Tulokset osoittivat, että digitaalinen harjoitustyökalu voi edesauttaa matematiikan hallinnan kehittymistä ja lisätä aritmeettisten faktojen laskemisen tarkkuutta.

Hautala kollegoineen (2018) puolestaan tarkasteli luonnontieteellisten ilmiöiden oppimista virtuaalisen tutorin tukemana. Tutkimukseen osallistui 61 ensimmäisen luokan oppilasta, jotka saivat kuusi noin 20 minuutin mittaista luonnontieteiden tutorointijaksoa. Jaksot koostuivat multimediaesityksistä, joiden aikana virtuaalinen tutor selitti kuvissa esitettyjä luonnontieteellisiä ilmiöitä. Kerrattuja luonnontieteellisiä selityksiä seurasi yksi tai useampi monivalintakysymys, johon liittyi välitön palaute oppilaiden valinnoista ja mahdollinen toinen yritys, jonka aikana oppilaat saavuttivat 97 prosentin tarkkuuden. Esi- ja jälkitestin avulla arvioitiin oppilaiden käsitteellistä ymmärrystä. Tulokset osoittivat, että luonnontieteellisten käsitteiden ymmärrys kehittyi. Oppilaiden virhevastausten

yksityiskohtainen analyysi antoi myös syvällisemmän käsityksen oppilaiden aiempien tietojen, multimediatunneilla opetettujen aiheiden ja oppimisen arviointitavan monimutkaisesta vuorovaikutuksesta.

Kolmannessa tutkimuksessa Kurvinen kollegoineen (2020) tarkasteli pitkäaikaisen teknologiavälitteisen oppimisen vaikutuksia matematiikan oppimistuloksiin ja laskusujuvuuteen sekä sitä, miten teknologiavälitteinen oppiminen voidaan integroida tavalliseen opetussuunnitelmaan. Tutkimuksen koeryhmät (kaksi 5. luokkaa) hyödynsivät digitaalista teknologiaa matematiikan tunnilla 18–24 kuukauden ajan. Kolme luokkaa toimi kontrolliryhmänä, jonka opetusta ei kyseisellä ajanjaksolla muutettu. Ryhmien välisiä oppimistulosten eroja testattiin jälkitestillä, jossa mitattiin oppimistavoitteita vastaavia matematiikan taitoja sekä laskusujuvuutta. Tulokset osoittivat, että teknologiaa hyödyntävä koeryhmä pärjasi kontrolliryhmää paremmin taitotestissä, mutta laskusujuvuudessa ei ryhmien välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa, joskin virheiden määrä oli koeryhmällä pienempi.

Oppilaiden itsearviointeihin perustuvat tutkimukset ovat herättäneet paljon keskustelua. Tutkimuksissa oppilaat arvioivat digitaalisen teknologian käyttömääriä, ja tällaisissa tutkimuksissa jää pimentoon muun muassa se, millaisiin pedagogisiin käytäntöihin teknologiaa on luokahuoneissa hyödynnetty. Keskeisenä viestinä näistä tutkimuksista voi päätellä sen, että tarvitsemme lisää luokahuoneissa tapahtuvaa tutkimusta, joiden avulla olisi mahdollista saada tietoa myös pedagogisista käytänteistä ja tavoista hyödyntää digitaalista teknologiaa esimerkiksi matematiikan ja luonnontieteiden oppimisen tukena. Lisäksi tarvitsemme monipuolisemman tavan tarkastella teknologian opetuskäytön yhteyksiä oppimistuloksiin. Ainespesifin osaamisen rinnalle tarvitaan myös laaja-alaisempaa, esimerkiksi taitoihin liittyvää tarkastelua.

Erilaisten digitaalisten työkalujen ja menetelmien vaikutuksia oppimistuloksiin koe-kontrolliasetelman avulla tarkastelevat artikkelit puolestaan nostavat osaamisen kuilujen näkökulmasta esiin muun muassa kysymyksen siitä, miten hyvin ja tehokkaasti tutkimustietoa – sekä oppimista tukevista elementeistä että siitä, millaisilla ratkaisuilla ei ole todettu olevan vaikuttavuutta – onnistutaan tuomaan opettajien tietoisuuteen. Opettajat tarvitsevat osaamista sen arvioimiseen, millainen digitaalisen teknologian käyttö on heidän opetuskontekstissaan ja pedagogisissa käytänteissään mielekästä ja miten tässä päästään pitkäjänteiseen ja holistiseen suunnitteluun.

## **5 Digitaalisen osaamisen kehittäminen**



Viimeinen teemakokonaisuus liittyy oppilaiden ja opettajien digitaalisen osaamisen kehittämiseen. Kolme tutkimusta tarkasteli oppilaiden osaamisen kehittämiseen liittyviä merkityksellisiä tekijöitä. Esimerkiksi Mustafa (2022) havaitsi tutkimuksessaan, että sukupuolen ja sosioekonomisen taustan ohella myös tietokoneen käytön kokemus ja yleinen digitaalinen minäpystyvyys korostuivat oppilailla merkityksellisinä tekijöinä ja piirteinä, jotka edesauttoivat digitaalisen osaamisen kehittämistä.

Pöntinen ja Rätty-Záborszky (2020; 2022) toteuttivat kaksivuotisen tapaustutkimuksen, jossa he pyrkivät löytämään keinoja edistää nuorten oppilaiden digitaalista osaamista peruskoulun ensimmäiseltä toiselle luokalle. Tulokset osoittivat, että spontaanit ongelmat (kuten tilanteet, joissa jonkin laitteen tai sovelluksen ominaisuuden käyttäminen ei onnistunut ilman yhteistyötä) tarjosivat oppilaille tilaisuuksia osoittaa osaamistaan ja edistivät heidän sitoutumistaan digitaalisten taitojen oppimiseen. Osallistujat olivat innokkaita käyttämään digitaalista teknologiaa oppimisessa, mutta heidän sitoutumisensa oman kehityksensä seuraamiseen ja digitaalisen teknologian käyttämiseen oppimisensa läpinäkyväksi tekemiseen vaihteli. Tutkimus osoitti, että edistettäessä nuorten oppilaiden kehittyvää digitaalista osaamista opettajien on tarkasteltava digitaalisen teknologian käyttöä kokonaisvaltaisesti ja pitkällä aikavälillä (Pöntinen & Rätty-Záborszky (2020).

Pöntisen ja Rätty- Záborszky (2022) tutkimus hyödynsi aineistonaan oppilaiden piirustuksia ja haastatteluja. Tämän tutkimuksen tulokset heijastivat monia tärkeitä digitaalisen osaamisen opettamiseen ja oppimiseen liittyviä näkökohtia. Oppilaat muun muassa odottivat, että digitaalisia laitteita käytettäisiin oppitunneilla oppimiseen eikä viihteeseen. Lisäksi heidän ajatuksissaan näkyi sekä opettaja- että oppilaskeskeinen lähestymistapa digitaalisten taitojen oppimiseen. Edellä mainitut Pöntisen ja Rätty-Záborszky tutkimukset (2020; 2022) tuovat esiin tarpeen kuulla digitaalisen osaamisen kehittämisessä myös oppijoita sekä heidän tarpeitaan ja toiveitaan.

Kirjallisuuskatsauksessa löydettiin neljä tutkimusta, joissa tarkasteltiin opettajien digitaalisen osaamisen kehittämistä. Esimerkiksi Veermans ja kollegat (2018) toivat tutkimuksessaan esiin digipedagogisen kehittämisen haasteita. Keskeinen tekijä, jonka heidän tutkimukseensa osallistuneet opettajat kaikilta koulutusasteilta olivat tunnistanee, liittyi digipedagogisen muutoksen systemaattiseen johtamiseen. Ratkaisuksi digitaalisen osaamisen kehittämishaasteisiin Veermans kumppaneineen (2018) esitti osaamisen

kehittämisen tavoitteellistamista, systemaattista seuranta ja resursointia sekä opettajien sitouttamista ja palkitsemista. Myös oppilaitos- ja kuntarajat ylittävä yhteistyö nostettiin ratkaisuksi digiratkaisujen ja osaamisen kehittämiseen, minkä lisäksi digipedagogisen kehittämisen kansallisten linjausten nähtiin ylläpitävän kehitysmuotoista orientaatiota (Veermans ym., 2018).

Digipedagogiikan koulutuksen vaikuttavuuden on havaittu olevan riippuvainen opettajien digitaalisen osaamisen luottamustasosta (Pongsakdi, Kortelainen & Veermans, 2021). Jos opettajalla oli lähtökohtaisesti heikko luottamus osaamiseensa digitaalisen teknologian opetuskäytössä, luottamus lisääntyi täydennyskoulutuksen aikana, kun taas jo ennestään korkea luottamustaso ei muuttunut merkittävästi. Myös Tanhua-Piiroisen ja kollegoiden (2019) selvitysraportti sekä Kaarakaisen ja Saikkosen (2021) tutkimus toivat esiin, että opettajien vahvempi digitaalinen osaaminen oli yhteydessä heidän saamaansa digitaaliseen täydennyskoulutukseen ja omia taitojaan kohtaan tuntemaansa luottamukseen.

Kokonaisuudessaan vaikuttaa siltä, että opettajien digitaalisen ja digipedagogisen osaamisen kehittäminen ja vahvistaminen ovat suurelta osin jääneet opettajien oman kiinnostuksen ja orientoituneisuuden varaan eikä osaamisen kehittämistä ole systemaattisesti tarkasteltu ja johdettu. Riskinä tällaisessa kehityskulussa on perusasteen opettajien digitaalisen osaamisen ja digitaalisen teknologian opetuskäytön eriytyminen opetuksessa. Tällöin aiheesta kiinnostuneet ja omiin taitoihinsa luottavat opettajat käyttävät digitaalista teknologiaa luovasti opetustaan rikastaen ja monipuolistaen, kun taas opettajilla, joilla ei ole digitaaliseen teknologiaan kohdistuvaa kiinnostusta eikä luottamusta osaamiseensa, käyttö jää yksipuoliseksi, jolloin he tarjoavat myös oppilailleen vähemmän mahdollisuuksia harjaannuttaa omaa digitaalista osaamistaan.

Aiempi tutkimus on tuonut esiin täydennyskoulutuksen ja tavoitteellisen osaamisen kehittämisen merkityksen. Olennaista onkin saada täydennyskoulutuksiin myös niitä opettajia, joiden osaamistaso on matalampi ja käsitys omasta osaamisesta heikompi.

Täydennyskoulutusta on saatavilla paljon, ja erityisesti sellaiset koulutukset, jotka ovat yhdistettävissä oman työn kontekstiin ja antavat samalla mahdollisuuden työssä oppimiseen vertaistuen avulla, tarjoavat tehokkaita ympäristöjä digitaalisen osaamisen kehittämiseen (Näykki ym., 2021).

## **6 Pohdinta ja johtopäätökset**

Tässä artikkelissa tarkasteltiin oppijan ja opettajan oikeutta tasa-arvoiseen digitaalisen osaamisen kehittämiseen osana koulun oppimis- ja toimintaympäristöjä. Peruskoulu ja siihen liittyen opettajankoulutus ovat erityisasemassa digitaalisten oppimismahdollisuuksien kehittämisessä, sillä yhtenäisellä peruskoululla on mahdollisuus saavuttaa kokonaisia ikäluokkia ja tarjota heidän oppimisensa ja osaamisensa kehittämiseksi tasa-arvoisia mahdollisuuksia.

Teknologian integrointi oppimiseen ja opetukseen on edennyt suomalaisissa kouluissa epätasaisesti ja hitain askelin (Leino ym., 2019). Liian usein digitaalisen osaamisen harjaannuttaminen jää suomalaisessa koulumaailmassa vapaa-ajan toiminnaksi, jolloin ennestään osaavat ja aiheesta kiinnostuneet oppilaat ja opettajat sekä ne, joilla on taloudellisia resursseja panostaa digitaalisiin välineisiin, edistyvät ja toiset jäävät osaamisen kehittämismahdollisuuksien ulkopuolelle.

Toisaalta vapaa-ajallaan digitaalisuudessa harjaantuneet lapset ja nuoret saattavat kokea haasteita kouluympäristössä toimiessaan (Hietajärvi ym., 2020). He eivät pääse hyödyntämään kehittyntä osaamistaan, jolloin menetetään oppimismotivaation kannalta merkityksellisiä mahdollisuuksia. Toisaalta oppilaat eivät välttämättä myöskään koe vapaa-ajan toimintaa vastaavien aktiviteettien olevan koulukontekstissa heille merkityksellisiä, ja ylhäältä annettuina ne voivat pikemminkin heikentää motivaatiota (ks. Mertala, 2020). Opettajan digitaalisessa osaamisessa olennaista on siis myös laajempi ymmärrys lasten ja nuorten digitaalisesta kulttuurista ja siitä, millä tavoin sen elementtejä on mielekästä pyrkiä integroimaan opetukseen.

Suomi on saanut maailmanlaajuista tunnustusta koulutusjärjestelmästänsä, jossa korostetaan tasa-arvoa, laadukasta opetusta ja kokonaisvaltaista lähestymistapaa oppimiseen. Yleisesti ottaen koulutusta arvostetaan Suomessa suuresti, ja sitä pidetään henkilökohtaisen kehityksen kulmakivenä ja elintärkeänä yleisen yhteiskunnallisen hyvinvoinnin ja talouden kannalta. Viimeisten 20 vuoden aikana Suomi on myös panostanut voimakkaasti yhteiskunnan digitaaliseen infrastruktuuriin, joka on yksi kansainvälisesti kehittyneimmistä ja tarjoaa hyvät mahdollisuudet sekä digitaalisia välineitä hyödyntävään oppimiseen että opettajien ja opiskelijoiden taitojen kehittämiseen.

Vaikka nuorempien sukupolvien toimintaympäristöt ovat aiempaa teknologisoituneempia ja esimerkiksi erilaiset palvelut jatkavat digitalisoitumista, ei ole tutkimusnäyttöä siitä, että lapset ja nuoret automaattisesti osaisivat hyödyntää teknologiaa

oman toimintansa tukena oppimista, vuorovaikutusta ja hyvinvointia edistävällä tavalla. Aktiivinen arki- ja viihdekäyttö luonnollisestikin tekee teknologisia ympäristöjä lapsille ja nuorille tutummiksi, mutta lapset ja nuoret eivät luonnostaan ole taitavia digiosaajia, ja tähän ajatteluun liittyvä diginatiivimyytti on jo kauan sitten purettu (Kirschner & De Bruyckere, 2017; Smith ym., 2013). Myös Leino ja kollegat (2019) ovat korostaneet, että digitaalinen osaaminen ei ole niin sanottu sisäsyntyinen taito, vaan sitä opitaan harjoittelemalla. Lisäksi he tuovat esiin, että digitaalisen osaamisen harjoitteluun vaikuttavat oppijan perhetausta ja harrastuneisuus, aivan kuten esimerkiksi perinteiseen lukutaitoonkin.

Tutkimusten mukaan digitaalista teknologiaa käytetään Suomessa edelleen vain harvoin ajattelua aktivoiviin tai tutkiviin ja yhteisöllisiin tapoihin (Leino ym., 2019; Vainikainen ym., 2022). Koulujärjestelmän keskeisenä tehtävänä on taata oppijoille yhdenvertaiset oppimismahdollisuudet ja ehkäistä yksilöiden välistä eriarvoisuutta. Kuitenkin digitaalinen osaaminen on tekijä, jonka suhteen paitsi oppijat myös opettajat ovat edelleen keskenään eriarvoisessa asemassa (Leino ym., 2019; Tanhua-Piironen ym., 2020), ja eriarvoisuuden kasvaminen tuo mukanaan uhkakuvia polarisaatiosta. Digitaalista osaamista vahvistavat toimenpiteet ovat merkityksellisiä sekä yksilön että yhteiskunnan kannalta.

Tasa-arvoinen osallisuus ja aktiivinen yhteiskunnallinen toimijuus edellyttävät yhä kasvavassa määrin myös digitaalista osaamista. Tasa-arvoisten mahdollisuuksien tarjoaminen digitaalisen osaamisen lisäämiseksi on tärkeää yhteiskunnallisen osallisuuden kannalta. Muun muassa digitaalisten oppimisympäristöjen, välineiden ja sovellusten käytön seurausten ymmärrys ja mahdollisten haittojen torjuminen ovat keskeisiä taitoja, joiden kehittämiseen perusopetuksen olisi tarjottava mahdollisuuksia kaikille lapsille ja nuorille (Tanhua-Piironen ym., 2019). Digitaalisen osaamisen karttuminen antaa lapsille ja nuorille valmiuksia arvioida omaa toimintaansa suhteessa ympäristöön ja omaan hyvinvointiin. Lapset ja nuoret tarvitsevat tukea esimerkiksi oman toimintansa säätelyssä myös suhteessa digitaalisiin laitteisiin ja niiden käyttämiseen (Domoff ym., 2019; Kosola ym., 2019; Raudaskoski ym., 2019). Tällaiset taidot eivät pääse harjaantumaan, jos digitaalisten laitteiden hyödyntämistä oppimisessa ei harjoitella, vaan laitteiden käytön pääpaino on vain vapaa-ajan viihdekäytössä.

Alati digitalisoituvan yhteiskunnan tulevaisuus asettaa yhä enemmän osaamisvaateita yksilöille sekä arjen tilanteisiin että työelämässä toimimiseen. Koulutuspoliittinen keskustelu on pyrkinyt vastaamaan muutosten tuomiin haasteisiin asettamalla lasten ja nuorten koulutukselle sivistys- ja hyvinvointitehtävän ohella tavoitteita

myös heidän digitaaliselle osaamiselleen. Näitä koulutuspoliittisia tavoitteita ja toimenpiteitä Suomessa edustavat muun muassa Kasvatuksen ja koulutuksen digitalisaation linjaukset 2027 (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2023), opettajankoulutuksen kehittämiseen kohdistuneet opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamat kärkihankkeet (Lavonen ym., 2020; Lavonen ym., 2021) sekä erityisesti Uudet lukutaidot -kehittämishjelma (Opetus- ja kulttuuriministeriö, ei pvm.), jossa on korostettu oppijan oikeutta digitaaliseen osaamiseen, joka mahdollistaa muun muassa itseilmaisun ja osallisuuden, aktiivisen ja vastuullisen toimijuuden sekä monipuolisten kriittisen ajattelun taitojen kehittämisen. Nämä toimenpiteet ovat osaltaan ottaneet kantaa digitaalisen osaamisen kehittämistarpeisiin, mutta nähtäväksi jää, ovatko ne olleet riittäviä.

Oppijat tarvitsevat toimintansa tueksi opettajan tekemää pedagogista suunnittelua ja valintaa (Bielaczyc, 2013; Häkkinen ym., 2017) sekä esimerkkejä ja kokemuksia erilaisten työvälineiden käyttämisestä oppimisessa. Huolta kannetaan usein siitä, että kouluikäiset käyttävät digitaalisia laitteita liikaa tai tavoilla, jotka heikentävät heidän hyvinvointiaan. Vastavoimana pitäisikin olla pedagogisesti suunniteltuja ja oppimista edistäviä tilanteita, joissa oppijat harjoittelevat digitaalisten laitteiden käyttöä tavoilla, jotka tukevat heidän oppimistaan, hyvinvointiaan ja sosiaalisen vuorovaikutuksen taitojaan. Tutkimukset, joissa on selvitetty yhteyksiä oppimistulosten ja runsaan digitaalisen teknologian käyttämisen välillä (esim. Saarinen, 2021), eivät avaa yksityiskohtaisesti, mihin teknologiaa on hyödynnetty tai millaista pedagogista toimintaa sovellukset ja työvälineet ovat olleet mahdollistamassa. Tästä syystä huomiota tulisikin kiinnittää myös opettajan toimintaan, pedagogisiin valintoihin ja periaatteisiin sekä oppijoiden toimintaan oppimistaitojensa kehittäjinä.

Nykyisenä vaarana on, että jo entuudestaan osaavat, harrastuneet ja aiheesta kiinnostuneet sekä paremmasta sosioekonomisesta taustasta tulevat lapset ja nuoret kehittävät taitojaan yhä edistyneemmiksi samaan aikaan kun yksipuolisesti digitaalista teknologiaa käyttävät ja taidoiltaan heikot (ks. esim. Kaarakainen & Kaarakainen, 2018) jäävät vaille digitaalisten taitojen kehittämismahdollisuuksia. Näiden mahdollisuuksien puute asettaa siten lapset ja nuoret eriarvoiseen asemaan ja vaarantaa mahdollisuuden harjaannuttaa jatko-opinnoissa, työelämässä ja aktiivisena kansalaisena toimimisessa tarvittavia digitaalisia taitoja.

Tämän pahimmillaan polarisaatiota rakentavan kehityskulun ehkäisemisessä peruskoululla ja opettajankoulutuksella on keskeinen tehtävä (Hietajärvi ym., 2020; Reinius

ym., 2022). Koulujen digitalisaatioprosessi samoin kuin lasten ja nuorten digitaalisen osaamisen tasa-arvoinen edistäminen edellyttävät toimenpiteitä ja tukea sekä opettajien digitaalisen ja digipedagogisen osaamisen vahvistamista (Falloon, 2020; Fernández-Batanero ym., 2022). Rehtorit ja koulutoimenjohtajat ovat avainasemassa, jotta kouluissa käydään riittävästi yhteistä keskustelua siitä, millaiset toimet auttaisivat opettajien digitaalisen osaamisen kehittämisessä ja digitaalisten mahdollisuuksien hyödyntämisessä opetuksessa (Leino ym., 2019).

Peruskoulujen ohella opettajankoulutus on olennaisessa roolissa tasa-arvoisten oppimismahdollisuuksien rakentamisessa, myös digitaalisen osaamisen kehittämisessä (Aagaard ym., 2022; Brevik ym., 2019; Pongsakdi ym., 2021; Reisoglu & Cebi, 2020). Esimerkiksi Cho kollegoineen (2021) on korostanut, että opettajankoulutuksen on pohdittava teknologioiden integrointia opetukseen sekä digitaalisia opetuksen käytänteitä aiempaa aktiivisemmin. Leinon ja kollegoiden (2019) tekemän yllättävän havainnon mukaan opettajat hyödynsivät harvoin teknologiaa oppilaiden osaamisen arvioinnissa, oppilaiden töistä annetussa palautteessa, taitojen vahvistamisessa toistojen avulla sekä tutkivan ja yhteisöllisen oppimisen tukemisessa. Nämä ovat esimerkkejä alueista, joihin digitaalinen teknologia soveltuu, ja näihin liittyvän osaamisen edistäminen onkin selkeä haaste opettajankoulutuksen kehittämiselle.

Yksi ajankohtaisista opettajankoulutuksen haasteista liittyy myös ohjelmoinnillisen ajattelun opettamiseen ja oppimiseen osana eri oppiaineita. Tämä perusopetuksen opetussuunnitelman lisäys on varsin uusi ja vielä verrattain vähän tunnettu aihe. Opettajankoulutuksella on mahdollisuus ja velvollisuus tarjota tuleville opettajille monipuolisia oppimiskokemuksia digitaalisten oppimisympäristöjen, sovellusten ja laitteiden hyödyntämisen harjoittelemiseksi (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2022). Opettajaopiskelijoiden omien taitojen kehittämisen ohella tämä on keskeistä myös, jotta heillä olisi osaamista ja valmiuksia hyödyntää digitaalisia laitteita ja sovelluksia omassa opetuksessaan pedagogisesti merkityksellisellä ja monipuolisella tavalla (Häkkinen ym., 2017). Tulevat opettajat tarvitsevat tukea ja kokemuksia digitaalisen teknologian pedagogisesta soveltamisesta. Digitaalisen osaamisen kehittäminen on koko yhteisön asia, mikä edellyttää myös osaamisen kehittämisen johtamista (Ilomäki & Lakkala, 2018).

Kirjallisuuskatsauksen tekemisessä oli erityisiä käsitteistöön liittyviä haasteita. Digitaalista osaamista käsiteltiin tutkimuksissa hyvin erilaajuisesti aina kapeista, yksittäisistä

osa-alueista hyvin laveisiin näkökulmiin. Osa tutkimuksista keskittyi nimenomaan digitaaliseen osaamiseen, kun taas osassa se oli sivuroolissa. Mahdollisena rajoitteena on myös käytettyjen hakusanojen rajausta: on mahdollista, että katsauksesta on rajautunut pois joitakin tutkimuksia, joissa digitaalinen osaaminen on ollut implisiittisesti mukana, mutta sitä on tarkasteltu eri käsitteitä käyttäen. Pyrimme kuitenkin vastaamaan tähän rajoitteeseen huomioimalla laajasti erilaisia hakusanoja (sekä suomeksi että englanniksi). Lisäksi hyvä on huomioda, että kirjallisuuskatsaus tuo tietoa vain empiirisistä tutkimuksista. Luonnollisesti suomalaisissa kouluissa on paljon enemmän digitaalista osaamista kehittäviä sisältöjä ja toimintamuotoja kuin kirjallisuuskatsaus kykenee tuomaan esille. Kuitenkin tutkimuksessa tehtyihin kriittisiin huomioihin on syytä suhtautua vakavasti ja edistää tutkimusperustaista kehittämistä ja samaan aikaan kerätä lisää tietoa digitaalisen osaamisen nykytilasta ja kehittymismahdollisuuksista.

Niin tulevaisuudessa kuin myös jo nyt on olennaista ymmärtää teknologian ja digiajan periaatteita sekä osata kriittisesti arvioida ajan ilmiöitä niitä haastaen, mutta myös uteliaisuutta korostaen. Erilaiset kriisit ovat jo osoittaneet digitaalisen osaamisen merkityksellisyyden, jotta toimijat kykenevät säilyttämään toimintakykynsä ja vahvistamaan osaamistaan myös kriisien aikana ja kohdatuista kriiseistä huolimatta (Greenhow ym., 2021; Kumpikaitè-Valiūnienė ym., 2021). Opettajien digitaalisen ja digipedagogisen osaamisen kehittämisen tarpeet haastavat sekä perusasteen opetuksen että opettajankoulutuksen miettimään uudenlaisia ratkaisuja digitaalisen osaamisen kehittämiseen, jakamiseen ja johtamiseen. Jotta välttäisimme digitaalisen osaamisen eriarvoistavan kehityskulun, olisi tärkeää selvittää, miten digitaalista teknologiaa olisi mahdollista hyödyntää oppimista tukien ja miten opettajien perus- ja täydennyskoulutus tukevat heidän digitaalisen teknologian hyödyntämisen osaamistaan oppijälähtöisesti ja pedagogisesti perustellulla tavalla.

## **Lähteet**

- Aagaard, T., Bueie, A., & Hjukse, H. (2022). Teacher educator in a digital age: A study of transformative agency. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 17(1), 31–45.  
<https://doi.org/10.18261/njdl.17.1.3>
- Agarwal, R., Animesh, A., & Prasad, K. (2009). Research note—Social interactions and the “digital divide”: Explaining variations in internet use. *Information Systems Research*, 20(2), 277–294.

- Ahtiainen, R., Eisenschmidt, E., Heikonen, L., & Meristo, M. (2022). Leading schools during the COVID-19 school closures in Estonia and Finland. *European Educational Research Journal*. <https://doi.org/10.1177/14749041221138989>
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1997). Writing narrative literature reviews. *Review of General Psychology*, 1(3), 311–320. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.3.311>
- Bielaczyc, K. (2013). Informing design research: Learning from teachers' design of social infrastructures. *The Journal of the Learning Sciences*, 22, 258–311. <https://doi.org/10.1080/10508406.2012.691925>
- Brevik, L. M., Gudmundsdottir, G. B., Lund, A., & Strømme, T. A. (2019). Transformative agency in teacher education: Fostering professional digital competence. *Teaching and Teacher Education*, 86, 102875. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.07.005>
- Bulut, O., & Cutumisu, M. (2018). When technology does not add up: ICT use negatively predicts mathematics and science achievement for Finnish and Turkish students in PISA 2012. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 27(1), 25–42.
- Byman, J., Kumpulainen, K., Wong, C., & Renlund, J. (2022). Children's emotional experiences in and about nature across temporal-spatial entanglements during digital storytelling. *Literacy*, 56(1), 18–28. <https://doi.org/10.1111/lit.12265>
- Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). *European Journal of Education*, 54(3), 356–369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>
- Cai, J., & Gut, D. (2020). Literacy and digital problem-solving skills in the 21st century: What PIAAC says about educators in the United States, Canada, Finland and Japan. *Teaching Education*, 31(2), 177–208. <https://doi.org/10.1080/10476210.2018.1516747>
- Carrillo, C., & Flores, M. A. (2020). COVID-19 and teacher education: A literature review of online teaching and learning practices. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 466–487. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1821184>
- Cho, B.-Y., Hwang, H., & Jang, B. G. (2021). Predicting fourth grade digital reading comprehension: A secondary data analysis of (e)PIRLS 2016. *International Journal of Educational Research*, 105, 101696. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101696>
- Christopoulos, A., Kajasilta, H., Salakoski, T., & Laakso, M. (2020). Limits and virtues of educational technology in elementary school mathematics. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 59–81. <https://doi.org/10.1177/0047239520908838>



- Claes, A., & Philippette, T. (2020). Defining a critical data literacy for recommender systems: A media-grounded approach. *Journal of Media Literacy Education*, 12(3), 17–29.  
<https://doi.org/10.23860/JMLE-2020-12-3-3>
- Cotter, K., & Reisdorf, B. C. (2020). Algorithmic knowledge gaps: A new dimension of (digital) inequality. *International Journal of Communication*, 14, 745–765.
- Dindar, M., Suorsa, A., Hermes, J., Karppinen, P., & Näykki, P. (2021). Comparing technology acceptance of K-12 teachers with and without prior experience of learning management systems: A Covid-19 pandemic study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37, 1553–1565. <https://doi.org/10.1111/jcal.12552>
- Dodel, M. & Mesch, G. (2018). Inequality in digital skills and the adoption of online safety behaviors. *Information, Communication & Society*, 21(5), 712–728.  
<https://doi.org/10.1080/1369118X.2018.1428652>
- Domoff, S. E., Radesky, J. S., Harrison, K., Riley, H., Lumeng, J. C., & Miller, A. L. (2019). A naturalistic study of child and family screen media and mobile device use. *Journal of Child and Family Studies*, 28, 401–410. <https://doi.org/10.1007/s10826-018-1275-1>
- Donnelly, R., & Patrinos, H. A. (2022). Learning loss during Covid-19: An early systematic review. *PROSPECTS*, 51(4), 601–609. <https://doi.org/10.1007/s11125-021-09582-6>
- Engzell, P., Frey, A., & Verhagen, M. D. (2021). Learning loss due to school closures during the COVID-19 pandemic. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(17).  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2022376118>
- Espino, D. P., Lee, S. B., Van Tress, L., Baker, T. T., & Hamilton, E. R. (2020). Analysis of U.S., Kenyan, and Finnish discourse patterns in a cross-cultural digital makerspace learning community through the IBE-UNESCO global competences framework. *Research in Social Sciences and Technology*, 5(1), 86–100.  
<https://doi.org/10.46303/ressat.05.01.5>
- Euroopan komissio (2013). Survey of schools: ICT in education. Benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools. Brussels, Belgium.  
<https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digitalagenda/files/KK-31-13-401-EN-N.pdf>.
- Euroopan komissio (2019). Key competences for lifelong learning. Koulutuksen, nuorisoasioiden, urheilun ja kulttuurin pääosasto. Euroopan unionin julkaisutoimisto.  
<https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>.
- Euroopan komissio (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Yhteinen tutkimuskeskus. Euroopan unionin julkaisutoimisto.  
<https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>.

- Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2020). Assessing 4th grade students' computational thinking through scratch programming projects. *Informatics in Education*, 19(4), 611–640. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.27>
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2449–2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
- Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., & García-Martínez, I. (2022). Digital competences for teacher professional development. Systematic review. *European Journal of Teacher Education*, 45(4), 513–531. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827389>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (toim.) (2019). Preparing for life in a digital world: IEA international computer and information literacy study 2018. International report. IEA. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38781-5>
- Gran, A.-E. Booth, P. & Bucher, T. (2021). To be or not to be algorithm aware: a question of a new digital divide? *Information, Communication & Society*, 24(12), 1779–1796, <https://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1736124>
- Greenhow, C., Lewin, C., & Willet, K. B. S. (2021). The educational response to Covid-19 across two countries: A critical examination of initial digital pedagogy adoption. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 7–25. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1866654>
- Harteis, C. (2019). Supporting learning at work in an era of digitalization of work. Teoksessa A. Bahl, & A. Dietzen (toim.), *Work-based learning as a pathway to competence-based education* (s. 85–97). Barbara Budrich.
- Hautala, J., Baker, D. L., Keurulainen, A., Ronimus, M., Richardson, U., & Cole, R. (2018). Early science learning with a virtual tutor through multimedia explanations and feedback on spoken questions. *Educational Technology Research and Development*, 66(2), 403–428. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9558-6>
- Hietajärvi, L., Lonka, K., Hakkarainen, K., Alho, K., & Salmela-Aro, K. (2020). Are schools alienating digitally engaged students? Longitudinal relations between digital engagement and school engagement. *Frontline Learning Research*, 8(1), 33–55. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i1.437>
- Huang, K.-T., Ball, C., Cotton, S. R., & O'Neal, L. T. (2020). Effective experiences: A social cognitive analysis of young students' technology self-efficacy and STEM attitudes. *Social Inclusion*, 8(2), 213–221. <https://doi.org/10.17645/si.v8i2.2612>

- Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): A framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching*, 23(1), 25–41. <https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1203772>
- Hämäläinen, R., Nissinen, K., Mannonen, J., Lämsä, J., Leino, K., & Taajamo, M. (2021). Understanding teaching professionals' digital competence: What do PIAAC and TALIS reveal about technology-related skills, attitudes, and knowledge? *Computers in Human Behavior*, 117, 106672. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106672>
- Ilomäki, L., & Lakkala, M. (2018). Digital technology and practices for school improvement: innovative digital school model. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 13(25), 1–32. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0094-8>
- Juntunen, M. (2020). Embodied learning through and for collaborative multimodal composing: A case in a Finnish lower secondary music classroom. *International Journal of Education & the Arts*, 21(29). <http://doi.org/10.26209/ijea21n29>
- Kaarakainen, S.-S., & Kaarakainen, M.-T. (2018). Tulevaisuuden toivot – Digitaalisten medioiden käyttö nuorten osallisuuden ja osaamisen lähteenä. *Media & Viestintä*, 41(4). <https://doi.org/10.23983/mv.77458>
- Kaarakainen, M., Kivinen, O., & Vainio, T. (2018). Performance-based testing for ICT skills assessing: A case study of students and teachers' ICT skills in Finnish schools. *Universal Access in the Information Society*, 17(2), 349–360. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0553-9>
- Kaarakainen, M., & Saikkonen, L. (2015). Tiedonhakutaidot testissä – nuorten osaaminen hakukanavan valinnassa, hakulausekkeen muotoilussa ja hakutulosten arvioinnissa. *Informaatiotutkimus*, 34(4).
- Kaarakainen, M., & Saikkonen, L. (2021). Multilevel analysis of the educational use of technology: Quantity and versatility of digital technology usage in Finnish basic education schools. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 953–965. <https://doi.org/10.1111/jcal.12534>
- Kalantzis, M., & Cope, B. (2020). After the COVID-19 crisis: Why higher education may (and perhaps should) never be the same. *Contemporary Issues in Education*, 40(1), 51–55. <https://doi.org/10.46786/ac20.9496>
- Kiili, K., Ojansuu, K., Lindstedt, A., & Ninaus, M. (2018). Exploring the educational potential of a game-based math competition. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 14–28. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2018040102>

- Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135–142.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001>
- Korhonen, T., Salo, L., Laakso, N., Seitamaa, A., Sormunen, K., Kukkonen, M., & Forsström, H. (2023). Finnish teachers as adopters of educational innovation: Perceptions of programming as a new part of the curriculum. *Computer science education*, 33(1), 94–116. <https://doi.org/10.1080/08993408.2022.2095595>
- Kosola, S., Moisala, M., & Ruokoniemi, P. (toim.) (2019). *Lapset, nuoret ja älylaitteet – Taiten tasapainoon*. Duodecim.
- Kumpikaitè-Valiūnienė, V., Aslan, I., Duobienė, J., Glińska, E., & Anandkumar, V. (2021). Influence of digital competence on perceived stress, burnout and well-being among students studying online during the COVID-19 lockdown: A 4-country perspective. *Psychology Research and Behavior Management*, 14, 1483–1498.  
<https://doi.org/10.2147/PRBM.S325092>
- Kumpulainen, K., Byman, J., Renlund, J., & Wong, C. C. (2020). Children's augmented storying in, with and for nature. *Education Sciences*, 10(6).  
<https://doi.org/10.3390/educsci10060149>
- Kurvinen, E., Kaila, E., Laakso, M., & Salakoski, T. (2020). Long term effects on technology enhanced learning: The use of weekly digital lessons in mathematics. *Informatics in Education*, 19(1), 51–75. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.04>
- Kyllönen, M. (2020). *Teknologian pedagoginen käyttö ja hyväksyminen: Opettajien digipedagoginen osaaminen* (JYU Dissertations 191) [väitöskirja, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-8057-3>
- Laherto, A., & Laherto, J. (2018). Video-mediated physics instruction from preservice teachers to elementary students: Experiences and reflections. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(2), 103–114.  
<https://doi.org/10.1080/21532974.2017.1416712>
- Lavonen, J., Mahlamäki-Kultanen, S., Vahtivuori-Hänninen, S., & Mikkola, A. (2020). A collaborative design for a Finnish teacher education development programme. *Journal of Teacher Education and Educators*, 9(2), 241–262.
- Lavonen, J., Mahlamäki-Kultanen, S., Vahtivuori-Hänninen, S., & Mikkola, A. (2021). Implementation of a national teacher education strategy in Finland through pilot projects. *Australian Journal of Teacher Education*, 46(10), 21–42.  
<https://doi.org/10.14221/ajte.2021v46n10.2>

- Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2022). Experiences of moving quickly to distance teaching and learning at all levels of education in Finland. In F. M. Reimers (toim.), *Primary and secondary education during Covid-19* (s. 105–123). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-81500-4>
- Leino, K., Puhakka, E., & Niilo-Rämä, M. (2021). Tieto- ja viestintäteknologia koulujen arjessa: ICILS Opettajajaneeli 2020 -tutkimuksen tuloksia. Koulutuksen tutkimuslaitos.  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-8913-2>
- Leino, K., Rikala, J., Puhakka, E., Niilo-Rämä, M., Siren, M., & Fagerlund, J. (2019). Digiloikasta digitaalitoihin: kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus (ICILS 2018). Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7937-9>
- Lerikkanen, M.-K., Pakarinen, E., Salminen, J., & Torppa, M. (2023). Reading and math skills development among Finnish primary school children before and after COVID-19 school closure. *Reading and Writing*, 36(2), 263–288. <https://doi.org/10.1007/s11145-022-10358-3>
- Loukomies, A., & Juuti, K. (2021). Primary students' experiences of remote learning during COVID-19 school closures: A case study of Finland. *Education Sciences*, 11.
- Loukomies, A., Juuti, K., Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2019). Change in first graders' science-related competence beliefs during digitally intensive science workshops. Teoksessa E. McLoughlin, O. E. Finlayson, S. Erduran, & P. E. Childs (toim.), *Bridging research and practice in science education. Contributions from Science Education Research*. ol 6. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17219-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17219-0_18)
- Mertala, P. (2020). Paradoxes of participation in the digitalization of education: A narrative account. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 179–192.  
<https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1696362>
- Mertala, P. (2021). Koulutuksen digitaalinen datafik(s)aatio. *Kasvatus & Aika*, 15(1), 43–61.  
<https://doi.org/10.33350/ka.100161>
- Mertala, P., Fagerlund, J., & Calderon, O. (2022). Finnish 5th and 6th grade students' pre-instructional conceptions of artificial intelligence (AI) and their implications for AI literacy education. *Computers and education. Artificial Intelligence*, 3, 100095.  
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100095>
- Mustafa, A. (2022). A multilevel modeling approach to investigating factors impacting computer and information literacy: ICILS Korea and Finland sample. *Education and*

- Information Technologies, 27(2), 1675–1703. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10690-1>
- Niemi, H. M., & Kousa, P. (2020). A case study of students' and teachers' perceptions in a Finnish high school during the COVID pandemic. *International Journal of Technology in Education and Science*, 4(4), 352–369. <https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i4.167>
- Niemi, H., & Multisilta, J. (2016). Digital storytelling promoting twenty-first century skills and student engagement. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(4), 451–468. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2015.1074610>
- Niemi, H., Niu, S., Vivitsou, M., & Li, B. (2018). Digital storytelling for twenty-first-century competencies with math literacy and student engagement in China and Finland. *Contemporary Educational Technology*, 9(4), 331–353. <https://doi.org/10.30935/cet.470999>
- Näykki, P., Kontturi, H., Seppänen, V., Impiö, N., & Järvelä, S. (2021). Teachers as learners – a qualitative exploration of pre-service and in-service teachers' continuous learning community OpenDigi. *Journal of Education for Teaching*, 47(4), 495–512. <https://doi.org/10.1080/02607476.2021.1904777>
- Näykki, P., Nousiainen, T., Ahlström, E., Innanen, H., Martin, A., Kainulainen, J., & Mäkinen, T. (2023). Etäopiskelun kuormittavuus- ja voimavaratekijät: Opettajaopiskelijoiden kokemuksia covid-19-pandemian ajalta. *Kasvatus*, 54, 23–39. <https://doi.org/10.33348/kvt.130128>
- Odell, B., Galovan, A. M., & Cutumisu, M. (2020). The relation between ICT and science in PISA 2015 for Bulgarian and Finnish students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/7805>
- OECD (2015). *Students, computers and learning: Making the connection*. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>.
- Oikarinen, R. M., Oikarinen, J. K., Havu-Nuutinen, S., & Pöntinen, S. (2022). Students' collaboration in technology-enhanced reciprocal peer tutoring as an approach towards learning mathematics. *Education and Information Technologies*, 27(6), 7519–7548. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10799-3>
- Opetushallitus (2016). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014* (4. painos). Määräykset ja ohjeet 2014:96. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf). (Luettu 19.5.2023.)

- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2022). Opettajankoulutuksen kehittämisohjelma 2022–2026. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022051234795>.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2023). Kasvatuksen ja koulutuksen digitalisaation linjaukset 2027. Valtioneuvoston julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-963-9>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (ei pvm.). Uudet lukutaidot -kehittämisohjelma. <https://okm.fi/uudet-lukutaidot>
- Orbach, L., Fritz, A., Haase, V. G., Dowker, A., & Räsänen, P. (2023). Conditions of distance learning and teaching and their relation to elementary school children's basic number skills after the suspension of face-to-face teaching during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Education*, section Educational Psychology. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1083074>
- Pangrazio, L., & Sefton-Green, J. (2020). The social utility of 'data literacy.' *Learning, Media and Technology*, 45(2), 208–220. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1707223>
- Pongsakdi, N., Kortelainen, A., & Veermans, M. (2021). The impact of digital pedagogy training on in-service teachers' attitudes towards digital technologies. *Education and Information Technologies*, 26, 5041–5054. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10439-w>
- Pöntinen, S., & Rätty-Záborszky, S. (2020). Pedagogical aspects to support students' evolving digital competence at school. *European Early Childhood Education Research Journal*, 28(2), 182–196. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2020.1735736>
- Pöntinen, S., & Rätty-Záborszky, S. (2022). Student-initiated aspects as starting points for teaching digital competence in the early years of primary education. *Pedagogies: An International Journal*, 17(3), 227–250. <https://doi.org/10.1080/1554480X.2020.1870469>
- Pörn, R., Hemmi, K., & Kallio-Kujala, P. (2021). Inspiring or confusing – a study of Finnish 1–6 teachers' relation to teaching programming. *LUMAT*, 9(1). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1355>
- Raudaskoski, S., Mantere, E., & Valkonen, S. (2019). Älypuhelin ja kasvokkaisen vuorovaikutuksen muuttuvat käytänteet. *Sosiologia*, 56, 282–299.
- Reinius, H., Kaukinen, I., Korhonen, T., Juuti, K., & Hakkarainen, K. (2022). Teachers as transformative agents in changing school culture. *Teaching and Teacher Education*, 120, 103888. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103888>
- Reisoglu, I., & Cebi, A. (2020). How can the digital competences of pre-service teachers be developed? Examining a case study through the lens of DigComp and DigCompEdu.

- Computers and Education, 156, 103940.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103940>
- Riggins, F. J., & Dewan, S. (2005). The digital divide: Current and future research directions. *Journal of the Association for Information Systems*, 6(12).  
<https://doi.org/10.17705/1jais.00074>
- Saarinen, A., Lipsanen, J., Hintsanen, M., Huotilainen, M., & Keltikangas-Järvinen, L. (2021). The use of digital technologies at school and cognitive learning outcomes: A population-based study in Finland. *International Journal of Educational Psychology*, 10(1), 1–26. <https://doi.org/10.17583/ijep.2021.4667>
- Selwyn, N., & Facer, K. (2014). The sociology of education and digital technology: Past, present and future. *Oxford Review of Education*, 40(4), 482–496.  
<https://doi.org/10.1080/03054985.2014.933005>
- Shin, D., Kee, K. F., & Shin, E. Y. (2022). Algorithm awareness: Why user awareness is critical for personal privacy in the adoption of algorithmic platforms? *International Journal of Information Management*, 65, 102494.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102494>
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 747–770.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Sipilä, K. (2014). Educational use of information and communications technology: Teachers' perspective. *Technology, Pedagogy and Education*, 23(2), 225–241.  
<https://doi.org/10.1080/1475939X.2013.813407>
- Smith, J., Skrbis, Z., & Western, M. (2013). Beneath the 'Digital Native' myth. *Journal of Sociology*, 49(1), 97–118. <https://doi.org/10.1177/1440783311434856>.
- Sorkkila, M., Alasuutari, M., Pakarinen, E., Lammi-Taskula, J., Kiuru, N., & Aunola, K. (2023). Vanhempien uupumus ja etäopetusjärjestelyt covid-19-poikkeusoloaikana. *Kasvatus*, 54(2), 101–117. <https://doi.org/10.33348/kvt.129150>
- Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S.-S., Kaarakainen, M.-T., & Viteli, J. (2020). Digiajan peruskoulu II. Opetus- ja kulttuuriministeriö.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162236>.
- Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S.-S., Kaarakainen, M.-T., Viteli, J., Syvänen, A., & Kivinen, A. (2019). Digiajan peruskoulu. Valtioneuvoston kanslia.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161383>.



- Tanhua-Piironen, E., Viteli, J., Syvänen, A., Vuorio, J., Hintikka, K. A., & Sairanen, H. (2016). Perusopetuksen oppimisympäristöjen digitalisaation nykytilanne ja opettajien valmiudet hyödyntää digitaalisia oppimisympäristöjä. Valtioneuvoston kanslia. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79573>.
- Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2012). The “third”-order barrier for technology integration instruction: Implications for teacher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(6), 1057–1060. <https://doi.org/10.14742/ajet.810>
- Vainikainen, M.-P., Oinas, S., Koivuhovi, S., Polso, K.-M., Leinonen, J., Nazeri, F., Nyman, L., Mergianian, C., Gustavson, N., Lindgren, E., Asikainen, M., Ihantola, P., & Hotulainen, R. (2022). Digitalisaation vaikutus oppimiseen, oppimistilanteisiin ja oppimistuloksiin: DigiVOO-hankkeen väliraportti 2022. Tampereen yliopisto ja Helsingin yliopisto. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-2377-6>.
- van Deursen, A. J., & van Dijk, J. A. (2014). The digital divide shifts to differences in usage. *New Media & Society*, 16(3), 507–526. <https://doi.org/10.1177/1461444813487959>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>
- Vartiainen, H., Tedre, M., Jormanainen, I., Kahila, J., & Valtonen, T. (2021). Tekoäly, koneoppiminen ja teknologinen murros: Kohti datatoimijuutta ja tulevaisuuden design-taitoja. *Ainedidaktiikka*, 5(2), 103–120. <https://doi.org/10.23988/ad.90776>
- Veermans, M., Ryymin, E., Korhonen, A., Lallimo, J., Airola, J., & Niinimäki, J. (2018). Jaetut haasteet ja ratkaisut – opettajien digipedagogisten erikoistumiskoulutusten koulutusasteet ylittävä yhteistyöpaja. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 20(4), 51–69.
- Vuopala, E., Guzmán Medrano, D., Aljabaly, M., Hietavirta, D., Malacara, L., & Pan, C. (2020). Implementing a maker culture in elementary school – students' perspectives. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(5), 649–664. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1796776>
- Wu, L., Looi, C., Multisilta, J., How, M., Choi, H., Hsu, T., & Tuomi, P. (2020). Teacher’s perceptions and readiness to teach coding skills: A comparative study between Finland, Mainland China, Singapore, Taiwan, and South Korea. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 21–34. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00485-x>
- Zillien, N., & Hargittai, E. (2009). Digital distinction: Status-specific types of Internet usage. *Social Science Quarterly*, 90(2), 274–291. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2009.00617.x>