

DIGITALISERINGENS EFFEKTER PÅ LÄRANDET, KUNNANDET OCH VÄLBEFINNANDET

Forskningsöversikt över den finländska småbarns-
pedagogiken, förskoleundervisningen och grundläggande
utbildningen samt det fria bildningsarbetet

Päivi Häkkinen
Ella Ilen
Piia Näykki
Auli Lehtinen
Amalia Lieska
Marja-Kristiina Lerkkanen



OPETUSHALLITUS
UTBILDNINGSTYRELSEN

Rapporter och utredningar 2025:4b

© Utbildningsstyrelsen

Rapporter och utredningar 2025:4b

ISBN 978-952-13-6981-0 (pdf)

ISSN-L 1798-8918

ISSN 1798-8926 (pdf)

Ombrytning: PunaMusta Oy/Sisältö- ja suunnittelupalvelut

www.utbildningsstyrelsen.fi

INNEHÅLL

TILL LÄSAREN	5
1 INLEDNING	6
2 MÅL OCH FORSKNINGSFRÅGOR	6
3 SYSTEMATISK LITTERATURÖVERSIKT SOM FORSKNINGSMETOD	8
3.1 Material och metoder	8
3.2 Kvantitativ beskrivning av undersökningsområdet	11
3.2.1 Utbildningsstadier	13
3.2.2 Forskningsmetoder och materialinsamlingsmetoder	14
3.2.3 Samplets storlek och målgrupp	15
4 RESULTAT	17
4.1 Lägesbild av digital kompetens och digitaliseringens framskridande i skolorna	17
4.1.1 Inlärares digitala kompetens	17
4.1.2 Lärares digitala kompetens och fortbildning	18
4.1.3 Nuläget för digitaliseringen av undervisningen	18
4.1.4 Distansundervisningens effekter på lärandet, kunnandet och välbefinnandet under covid-19-pandemin	19
4.2 Effekterna av undervisningens digitalisering på inlärares lärande, inlärningsresultat och välbefinnande	22
4.2.1 Datorstödda interventioner i lärandet av grundläggande färdigheter	22
4.2.2 Allmänna färdigheter, kollaborativt lärande och digitala lärmiljöer	24
4.2.3 Reglering av lärandet, respons och lärandeanalytik	26
4.2.4 Välbefinnande, motivation och engagemang hos inlärares	27
4.3 Effekterna av undervisningens digitalisering på lärares arbete, kunnande och välbefinnande	29
4.3.1 Effekterna av undervisningens digitalisering på lärares arbete och digitala pedagogiska kompetens	29
4.3.2 Effekterna av undervisningens digitalisering på lärares välbefinnande	30
4.4 Pedagogisk praxis som utnyttjar digitalisering	33
4.4.1 Kreativt och funktionellt lärande	33
4.4.2 Kollaborativt och undersökande lärande	34
4.4.3 Projektbaserat lärande	34
4.5 Utveckling av lärmiljöer och digitala tjänster som används i undervisningen	36
5 SLUTSATSER	38
5.1 Sammanfattning av resultaten	38
5.2 Vad fokuserade undersökningen på och vad borde den riktas till?	40
6 REFLEKTIONER	42
KÄLLOR	45

Tabell 1.	Ämnesord för sökningar i databaserna..	9
Tabell 2.	Fördelningen av ämnesområdena i materialet.	12
Tabell 3.	Forskningsöversiktens centrala resultat.	39
Figur 1.	De olika skedena i den systematiska litteraturöversikten..	11
Figur 2.	Variationer i antalet publikationer 2010–2024.	12
Figur 3.	Antalet utbildningsstadier som behandlats i undersökningarna enligt ämnesområde.	13
Figur 4.	Fördelningen av forskningsmetoder enligt ämnesområde.	14
Figur 5.	Fördelningen av materialinsamlingsmetoder enligt ämnesområde i materialet.	15
Figur 6.	Samplets storlek i undersökningarna enligt ämnesområde.	16
Figur 7.	Fördelningen av samplets målgrupp enligt ämnesområde i materialet.	16
Figur 8.	Sammanfattning av lägesbilden av hur den digitala kompetensen och digitaliseringen framskrider i skolorna.	21
Figur 9.	Sammanfattning av effekterna av undervisningens digitalisering på inlärares lärande, inlärningsresultat och välbefinnande.	28
Figur 10.	Sammanfattning av effekterna av undervisningens digitalisering på lärarnas arbete, kunskaper och välbefinnande	32
Figur 11.	Sammanfattning av pedagogisk praxis som utnyttjar digitalisering.	36
Figur 12.	Sammanfattning av utvecklingen av lärmiljöer och digitala tjänster som används i undervisningen.	37

TILL LÄSAREN

Denna forskningsöversikt är en del av arbetet med ramverket för digitalisering inom småbarnspedagogiken, förskoleundervisningen och den grundläggande utbildningen och det fria bildningsarbetet som inleddes 2022. Arbetet med ramverket för digitalisering är ett samarbetsprojekt mellan Utbildningsstyrelsen, undervisnings- och kulturministeriet och utbildningssektorn, vars mål är att definiera principerna, målbilden och åtgärderna som styr arbetet med att utveckla digitaliseringen av småbarnspedagogiken och utbildningen.

Syftet med forskningsöversikten som utförts på beställning av Utbildningsstyrelsen var att kartlägga existerande forskningsdata till grund för utvecklingen av digitaliseringen inom småbarnspedagogiken, förskoleundervisningen och den grundläggande utbildningen samt det fria bildningsarbetet. Forskningsöversikten inriktades på forskning som genomförts i Finland i anslutning till digitaliseringens effekter på lärande, inlärningsresultat och välbefinnande hos barn, elever och studerande och på lärarnas arbete, kunnande och välbefinnande. Dessutom var målet att utvärdera det vetenskapliga kunskapsunderlaget för utvecklingen av digitaliseringen inom småbarnspedagogiken och utbildningen och att identifiera forskningsluckor i anslutning till digitaliseringens effekter.

Forskningsöversiktens resultat kan utnyttjas vid uppdateringen av läroplansgrunderna. Dessutom sprids forskningsrapportens resultat aktivt till kännedom för centrala aktörer. Resultaten är användbara inte bara i arbetet med att utveckla småbarnspedagogiken och utbildningen, utan även för att rikta in den vetenskapliga forskningen för de aktörer som finansierar och genomför forskningen.

Vi vill tacka forskningsgruppen vid flaggskeppet EDUCA vid Jyväskyläs universitet för genomförandet av litteraturforskningen och för de insikter som lyfts fram utifrån den och som är värdefulla för att främja digitaliseringen inom utbildningssektorn.

1 INLEDNING

Dagens barn och unga har sedan födseln omgetts av digital teknik. Smarttelefoner och internet är en del av deras dagliga upplevelsevärld och verksamhetsmiljö (Hietajärvi m.fl., 2020; Häkkinen, 2019). Den digitala tekniken är djupt rotad i hur vi lever, interagerar, lär oss och arbetar. Forskning visar att tekniken i bästa fall kan skapa möjligheter både för att utveckla det egna tänkandet och för kollaborativt lärande (Jeong m.fl., 2019). Samtidigt har många undersökningar lyft fram utmaningar i anslutning till undervisningens digitalisering samt skillnader mellan olika inlärare och skolor (Fagerlund m.fl., 2024; Oinas & Vainikainen, 2024).

Samhällets digitalisering utmanar lärarna både i deras egen digitala kompetens och i att utveckla och utnyttja digitala pedagogiska färdigheter. Kreativ, kritisk och ansvarsfull kompetens spelar en viktig roll med tanke på lärarens arbete. De digitala pedagogiska färdigheterna kan beskrivas som lärarens förmåga att planera och genomföra undervisningen med olika digitala tjänster och miljöer så att inlärnas kunskapsmässiga kompetens samt inlärnings- och interaktionsfärdigheter förbättras (t.ex. Caena & Redecker, 2019). Lärarens kompetens anknyter särskilt till hur och i vilka inlärningsituationer digital teknik används och när den avsiktligt utelämnas. Tidigare forskning har visat att det finns stora skillnader mellan lärarna i fråga om i vilken mån och för vilka ändamål de utnyttjar digital teknik i sin undervisning (Karakainen & Saikkonen, 2021). Det är särskilt viktigt att fundera på vilka färdigheter och vilken kompetens lärarna har att ta i bruk och utnyttja tekniken på ett pedagogiskt ändamålsenligt sätt som stöd för lärandet och undervisningen (Dindar m.fl., 2021; Falloon, 2020; Fernández-Batanero m.fl., 2022). Lärarnas kompetensbehov framhävdes under coronapandemin, då en högklassig distansundervisning som stödde lärandet och interaktionen skulle ha krävt goda digitala pedagogiska färdigheter av lärarna (Lerikkanen, 2021).

Den senaste tidens ofta polariserade debatt ger lätt intryck av att all användning av digital teknik i skolan, i läxor eller på fritiden är skadlig för barn och unga. Enligt forskningsresultaten är teknikens effekt på lärandet dock alltid indirekt och beroende av hur och till vad tekniken används. För att förbättra resultaten och kvaliteten av undervisningen och lärandet krävs att digitala apparater och tjänster används på ett pedagogiskt ändamålsenligt sätt. Helhetsuppfattningen om de finländska inlärnas och lärarnas situation i fråga om digital kompetens samt om den digitala teknikens roll i lärandet och undervisningen är dock splittrad på grund av bristen på omfattande forskningsdata.

2 MÅL OCH FORSKNINGSPRÅGOR

Syftet med denna litteraturöversikt är att granska **nuläget och utvecklingsmöjligheterna för det digitala lärandet och den digitala undervisningen**. Ett särskilt mål är att svara på behovet av att samla finländska empiriska forskningsrön om nuläget inom småbarnspedagogiken, förskoleundervisningen och den grundläggande utbildningen samt det fria bildningsarbetet och påvisa eventuella luckor i forskningen. Målet är också att utreda vilka **effekter undervisningens digitalisering har på lärandet, kunnandet och välbefinnandet** utifrån empirisk referentgranskad forskningslitteratur som publicerats om ämnet. Syftet med översikten är att delta i debatten om digitalisering och föra fram synpunkter på inlärnas och lärarnas **digitala kompetens** och utvecklandet av kompetensen samt **den digitala teknikens roll som stöd för lärandet**. Vi behöver en kritisk samhällsdebatt om nuläget för lärande och undervisning som utnyttjar digitala miljöer och tjänster samt konkreta förslag på

åtgärder för att utveckla kompetensen i framtiden. Granskningen av effekterna av digitaliseringen på fritiden har lämnats utanför denna översikt.

Litteraturoversikten svarar på följande forskningsfrågor: 1. Hurdan är lägesbilden av inlärnarnas och lärarnas digitala kompetens, digitaliseringens framskridande i de finländska skolorna samt covid-19-pandemins effekter? 2. Vilka effekter har digitaliseringen av undervisningen haft på inlärnarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande, och vilka faktorer har varit kopplade till resultaten? 3. Hur har digitaliseringen av undervisningen påverkat lärarnas arbete, kunnande och välbefinnande, och vilka faktorer har lett till dessa effekter? 4. Hurdan god pedagogisk praxis som utnyttjar digitaliseringen har identifierats och vilka faktorer består den goda praxisen av? 5. Hur borde lärmiljöerna och de digitala tjänster som används i undervisningen utvecklas?

I rapporten presenteras först den systematiska litteraturoversiktens material och metoder och materialets kvantitativa fördelning beskrivs. I resultatdelen besvaras forskningsfrågorna per delområde och i slutet av varje kapitel görs en kort sammanfattning av resultaten. Texten hänvisar inte till alla undersökningar i litteraturoversikten, utan den totala listan över undersökningar finns i källförteckningen, och texten hänvisar endast till utvalda representativa exempel. I slutsatserna och reflektionerna sammanfattas slutligen forskningsöversiktens resultat och framtida forskningsbehov och framtida utvecklingsriktningar diskuteras.

Som centrala begrepp för rapporten valdes **digitalt lärande, digital undervisning, digital kompetens och digitalt välbefinnande**. Användningen av termer och begrepp inom det forskningsområde som granskar digitaliseringen är i allmänhet mycket brokig. Ett exempel på detta är att begreppen i grunderna för läroplanerna för småbarnspedagogiken, den grundläggande utbildningen och det fria bildningsarbetet delvis skiljer sig från varandra. I småbarnspedagogikens läroplansgrunder används till exempel begreppen **digital kompetens** och **multilitteracitet** – *digitaalinen osaaminen* och *monilukutaito* på finska. I grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen används som en del av helheten mångsidig kompetens samma begrepp multilitteracitet (K4) och digital kompetens (K5) på svenska, medan den digitala kompetensen på finska kallas *tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen (L5)* (kompetens i informations- och kommunikationsteknik). Inom det fria bildningsarbetet används också begreppet *digitaalinen osaaminen* på finska och **digital kompetens** på svenska. Utifrån våra observationer har digitalt lärande och digital kompetens under den senaste tiden också varit de begrepp som använts oftare i rapporter och undersökningar än till exempel kompetens i informations- och kommunikationsteknik.

Eftersom vår rapport behandlar undervisning i olika livsskeden och inom olika utbildningsstadier talar vi i texten om **inlärare** med hänvisning till både elever och studerande. Med ordet elev avses oftast ett barn eller en ung person som studerar inom förskoleundervisningen och den grundläggande utbildningen. Ordet studerande hänvisar i allmänhet till en inlärare som studerar inom annan än förskoleundervisning eller grundläggande utbildning, såsom i ett gymnasium, inom yrkesutbildning på andra stadiet, i en högskola eller inom det fria bildningsarbetet.

3 SYSTEMATISK LITTERATURÖVERSIKT SOM FORSKNINGSMETOD

3.1 Material och metoder

Som tillvägagångssätt valdes en systematisk litteraturöversikt, eftersom syftet var att skapa en helhetsbild av den digitala kompetensen och digitaliseringens inverkan på lärandet och välbefinnandet inom småbarnspedagogiken, förskoleundervisningen och den grundläggande utbildningen samt det fria bildningsarbetet. Objektet avgränsades till empiriska undersökningar i anslutning till ämnesområdet som genomförts och publicerats i Finland under åren 2010–2024.

Med systematisk litteratursökning sökte vi:

- finländska empiriska undersökningar om digital kompetens och effekterna av undervisningens digitalisering på lärandet och välbefinnandet
- undersökningar där man har granskat digitalt lärande och digital kompetens inom småbarnspedagogiken, förskoleundervisningen och den grundläggande utbildningen samt det fria bildningsarbetet
- undersökningar som genomförts 2010–2024

Som stomme för den systematiska litteratursökningen användes stegen och checklistan i PRISMA-anvisningarna (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses). PRISMA är ett verktyg för systematiska litteraturöversikter och metaanalyser som utvecklades 2009 av en internationell expertgrupp (Moher m.fl. 2009). Materialet hämtades från fyra olika databaser: Scopus, Web of Science (WoS), ProQuest ERIC och FINNA. Av databaserna är ProQuest ERIC en databas som innehåller pedagogiska undersökningar och Scopus, Web of Science och FINNA är tvärvetenskapliga databaser. FINNA är den enda finskspråkiga databasen, medan de övriga databaserna är internationella. Litteratursökningen genomfördes på engelska och finska i alla fyra databaser. Alla databaser gav sökresultat för sökorden på engelska, men endast FINNA gav sökresultat för sökord på finska. Ämnesorden som matats in i databaserna och de sökfraser som bildats av dem med Boolean-operatörerna presenteras i tabell 1.

TABELL 1. ÄMNESORD FÖR SÖKNINGAR I DATABASERNA.

Sökord på engelska	Sökord på finska
digital OR technology* OR computational* OR online OR computer* OR internet OR virtual OR "information systems" OR "social media" OR hybrid OR ICT OR "internet use" OR "use of technology"	digita* OR teknolog* OR laskennalli* OR online* OR tietokone* OR internet OR virtuaali* OR tietojärjestelm* OR "sosiaalinen media" OR hybridi* OR ICT* OR ATK* OR TVT* OR "internetin käyttö" OR "teknologian käyttö"
AND	AND
competenc* OR skill OR literac* OR teaching OR education OR learning OR experience* OR attitude* OR thinking OR media OR outcome* OR effect* OR communication OR engagement OR well*being OR "physical health" OR "mental health" OR stress OR depression OR anxiety OR burnout	pätevyys OR osaaminen OR lukutai* OR opetus OR koulutus OR oppiminen OR kokemu* OR asenne OR ajattelu OR media OR vaikutu* OR kommunik* OR sitoutuminen OR hyvinvointi* OR tervey* OR "mielentervey*" OR stressi OR masennus OR ahdistus OR uupumus
AND	AND
pre*school" OR "early childhood education" OR "basic school" OR "basic education" OR "primary school" OR "elementary school" OR "middle school" OR "junior high school" OR "adult college" OR "civic college" OR "liberal arts" OR "labor college" OR "folk college" OR "summer university" OR "study center" OR "physical education center" OR "sports college" OR "lifelong learning" OR "continuous learning" OR "basic skills for adults" OR "civic skills" OR "civic readiness"	esikoulu OR esiopetus OR varhaiskasvatus OR peruskoulu OR alakoulu OR ala-aste OR yläkoulu OR yläaste OR aikuisopisto OR kansalaisopisto OR kesäyliopisto OR työväenopisto OR kansanopisto OR "liikunnan koulutuskeskus" OR urheiluoipisto OR "elinikäinen oppiminen" OR "jatkuva oppiminen" OR "aikuisten perustai*" OR kansalaistai* OR kansalaisvalmius
AND	
Finnish OR Finland	

Hur materialet bildades stegvis presenteras i figur 1. Dubbletter avlägsnades först från de publikationer som hittades via sökmotorerna. Med hjälp av programmet Zotero avlägsnades dubletter från de sökresultat som hittats via sökmotorerna Scopus, Web of Science (WoS) och ProQuest ERIC. De resultat som fåttts via sökmotorn FINNA kunde inte läggas till Zotero direkt till skillnad från sökresultaten från internationella sökmotorer, så gallringen av dessa dubbletter genomfördes manuellt med programmet MS Excel genom att jämföra artiklarnas rubriker och abstrakt. Efter att dubbletterna avlägsnats gallrades materialet med hjälp av kriterierna för godkännande och avslag. Gallringen genomfördes först utifrån publikationernas rubriker och abstrakta, varefter materialet gallrades ytterligare genom att granska hela publikationer.

För materialet godkändes publikationer som klarade gallringen i fråga om följande kriterier för godkännande:

1. Publikationerna behandlade digitalisering i undervisningskontexten i fråga om lärande, kompetens eller välbefinnande.
2. Publikationerna behandlade småbarnspedagogiken, förskoleundervisningen och den grundläggande utbildningen eller det fria bildningsarbetet.
3. Publikationerna hade publicerats mellan 2010 och 2024.
4. Publikationerna hade genomförts helt eller delvis i Finland och producerade information om den finländska kontexten.
5. Publikationerna var empiriska forskningsartiklar eller innehöll empirisk forskning.

Utöver de föregående kriterierna för godkännande användes följande kriterier för avslag:

1. Publikationerna språk var något annat än finska eller engelska.
2. Publikationerna fanns bakom en betalvägg och kunde inte läsas med universitetets licens.

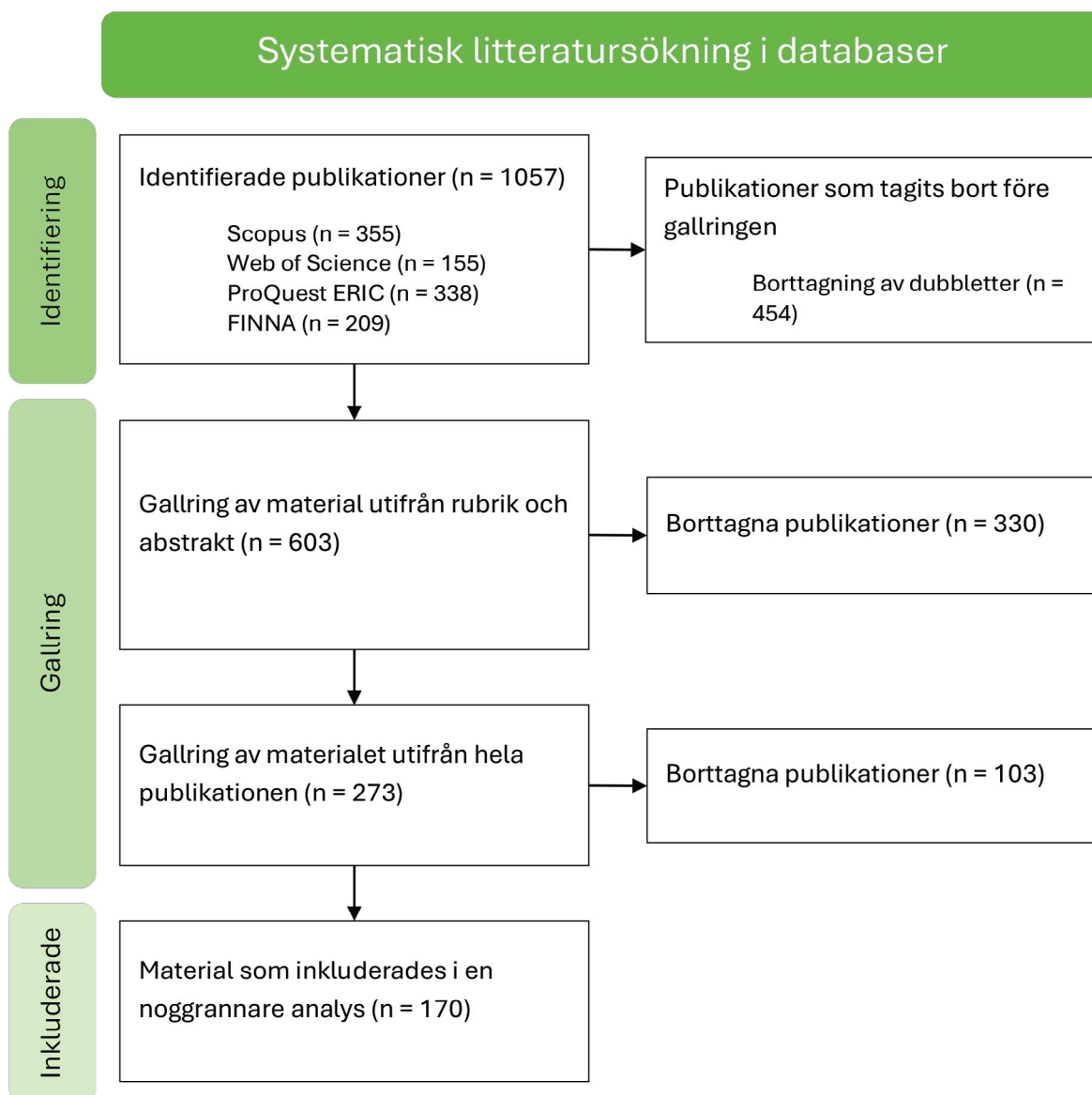
3. Publikationen var en helhet som innehöll flera empiriska undersökningar (till exempel en bok, ett konferensbidrag eller motsvarande), dess enskilda forskningsartiklar kunde inte läsas och deras resultat hade inte rapporterats separat.
4. Publikationerna var projektbeskrivningar och designundersökningar som inte innehöll empirisk forskning eller så fokuserade den empiriska forskningen inte på digitalisering.
5. Publikationerna var internationella undersökningar där resultaten inte presenterade empirisk forskning som genomförts i Finland.

Materialet delades in i fem olika kategorier: (1) Inlärnarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande, (2) Lärarnas arbete, kunnskap och välbefinnande, (3) Pedagogisk praxis, (4) Utvecklande av undervisningen, lärmiljöer och digitala tjänster och (5) Testning och utveckling av digitala redskap. De fyra första kategorierna var direkt jämförbara med forskningsfrågorna i forskningsplanen. Till den femte kategorin hörde de publikationer vars huvudsakliga observationer gällde enskilda digitala tjänster och utvecklingen av dessa. Senare i analyskedet beslöt vi dock att utesluta denna kategori, eftersom dess artiklar antingen inte innehöll empirisk forskning om digitala tjänster i en kontext av lärande eller undervisning, eller så ingick de redan i någon av de fyra föregående kategorierna.

Materialet indelades med webbverktyget Litmaps som är avsett för litteraturöversikter. Indelningen genomfördes först utifrån publikationernas rubrik och abstrakt för de artiklar där dessa kunde läsas. Resten av artiklarna indelades utifrån hela publikationstexten. I detta skede uteslöts särskilt de publikationer som på basis av noggrannare läsning inte gällde ämnet, inte innehöll empirisk forskning eller inte kunde granskas via universitetets licens. Behandlingen av materialet fortsatte med programmet DistillerSR som utvecklats för systematiska litteraturöversikter. Vi gick igenom de indelade artiklarna i fråga om undersökningsparametrarna, som var undersöknings- och materialsamlingsmetoderna som använts samt objekten för och storleken på forskningssamplet. I undersökningarna utreddes också de utbildningsstadier som var föremål för undersökningen och den pedagogiska praxis som presenterades i dem. I detta skede uteslöts särskilt de publikationer som inte hörde till forskningsområdets ämnesområde till exempel i fråga om den utbildningsnivå som behandlats i dem.

Litteratursökningen gav sammanlagt 1 057 sökresultat, av vilka 861 var på engelska och 196 på finska. Efter att dubletterna gallrats ut ingick sammanlagt 603 publikationer i litteraturöversiktens material. Utöver dessa lade vi till resultaten andra publikationer vars existens och lämplighet för ämnesområdet vi kände till, men som vi inte hittat genom den systematiska litteratursökningen. Även dessa publikationer delades in i kategorier och genomgick DistillerSR-programmets olika skeden.

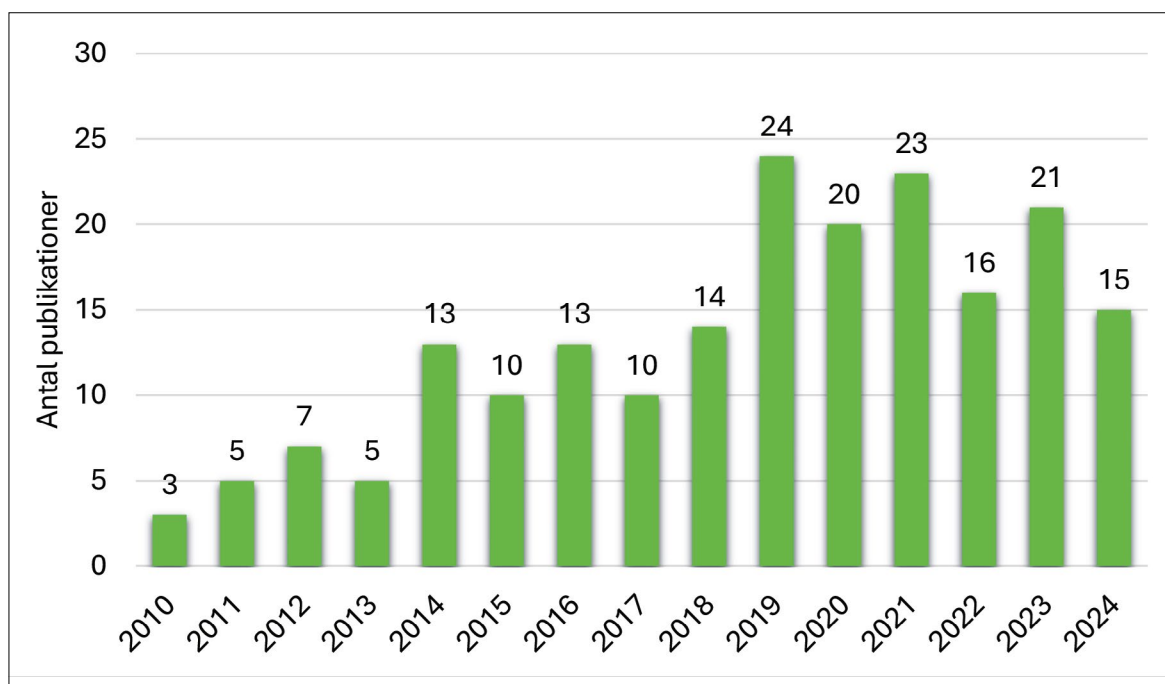
FIGUR 1. DE OLIKA SKEDENA I DEN SYSTEMATISKA LITTERATURÖVERSIKTEN.



3.2 Kvantitativ beskrivning av undersökningsområdet

En noggrannare analys av materialet gjordes för sammanlagt 199 publikationer, av vilka 170 hade hittats genom den systematiska sökningen och 29 hade lagts till i efterhand. Dessa publikationer finns markerade i källförteckningen. Figur 2 åskådliggör variationen i antalet publikationer som ingår i analysen mellan 2010 och 2024. Antalet publikationer inom ämnesområdet har i genomsnitt ökat, och av de undersökningar som hittades hade flest publicerats 2019. Från år 2024 hittades 15 forskningsartiklar om ämnet, men detta antal kan påverkas av tidpunkten för litteratursökningen. Sökningen i databaserna genomfördes under september och oktober, så den beaktade inte de artiklar som publicerades i slutet av året och som kunde ha hittats med de sökord som användes.

FIGUR 2. VARIATIONER I ANTALET PUBLIKATIONER 2010–2024.



De fyra ursprungliga kategorierna som fastställdes under indelningen av litteratursökningen ändrades för att de skulle vara lämpligare för analys och rapportering av resultaten så att de publikationer som gällde utvecklandet av undervisningen blev en del av kategorin pedagogisk praxis. Detta gjordes för att den pedagogiska praxisen samt planeringen och utvecklingen av undervisningen är starkt kopplade till varandra. De fyra slutliga publikationskategorierna var (1) inlärnarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande, (2) lärarnas arbete, kunnsande och välbefinnande, (3) undervisningspraxis och pedagogisk praxis och (4) utvecklande av lärmiljöer och digitala tjänster. Fördelningen av materialet mellan olika ämnesområden presenteras i tabell 2. En publikation kan höra till flera kategorier. Största delen av materialet bestod av forskningsartiklar, totalt 188 publikationer (94 %). Andra publikationstyper var böcker, totalt sex stycken, samt ett kapitel från en bok och fyra konferensbidrag.

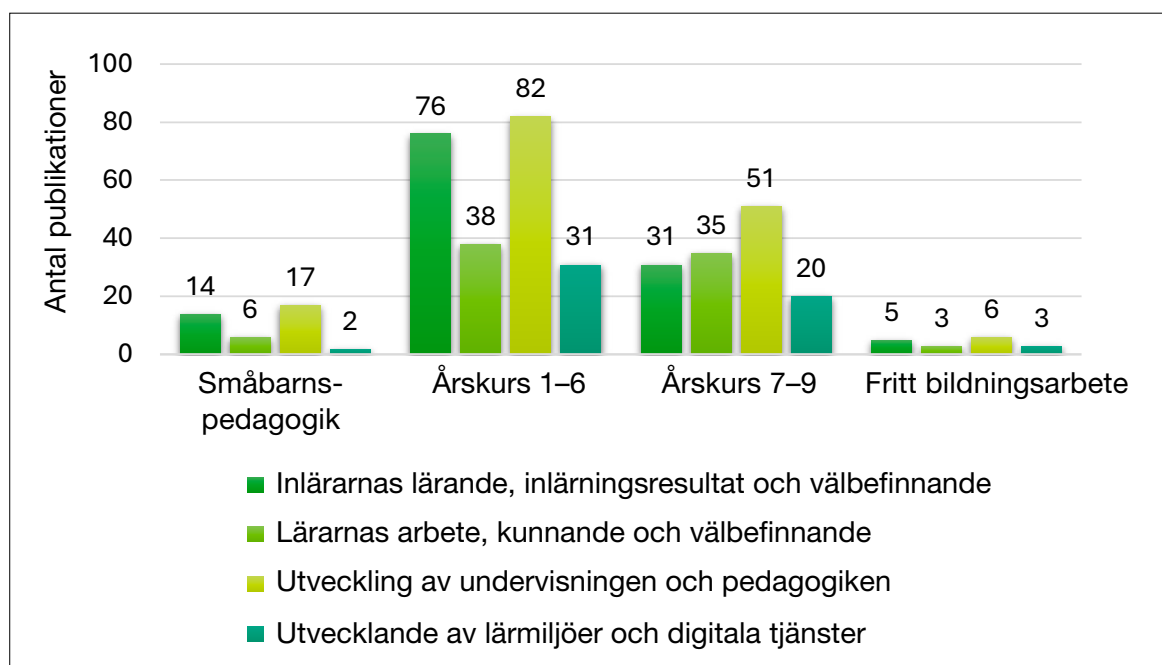
TABELL 2. FÖRDELNINGEN AV ÄMNESOMRÅDEN I MATERIALET.

Ämnesområde	Antal publikationer
Inlärnarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande	110
Lärarnas arbete, kunnsande och välbefinnande	47
Undervisningspraxis och pedagogisk praxis	113
Utvecklande av lärmiljöer och digitala tjänster	41

3.2.1 Utbildningsstadier

Figur 3 visar hur utbildningsstadierna var representerade i de olika ämnesområdena. En publikation kunde behandla flera utbildningsstadier. Över hälften av forskningsartiklarna gällde forskning på grundskolenivå (167 publikationer), av vilka 144 gällde årskurs 1–6 och 86 publikationer gällde årskurs 7–9. Drygt en tredjedel av de undersökningar som behandlade den grundläggande utbildningen hade genomförts i både årskurs 1–6 och årskurs 7–9. Forskning som genomfördes enbart i årskurs 7–9 var klart mer sällsynt än forskning som genomfördes enbart i årskurs 1–6; materialet som gällde grundskolenivån innehöll 25 publikationer som enbart gällde årskurs 7–9, medan det fanns 81 publikationer som enbart gällde årskurs 1–6. Totalt 29 av publikationerna behandlade småbarnspedagogik och förskoleundervisning. Av dessa behandlade sex publikationer också grundskolan. Det minsta antalet undersökningar hade genomförts inom det fria bildningsarbetet (tio publikationer), även om det fria bildningsarbetet i denna översikt tolkades bredare än vanligt så att det innefattade många olika former av livslångt lärande.

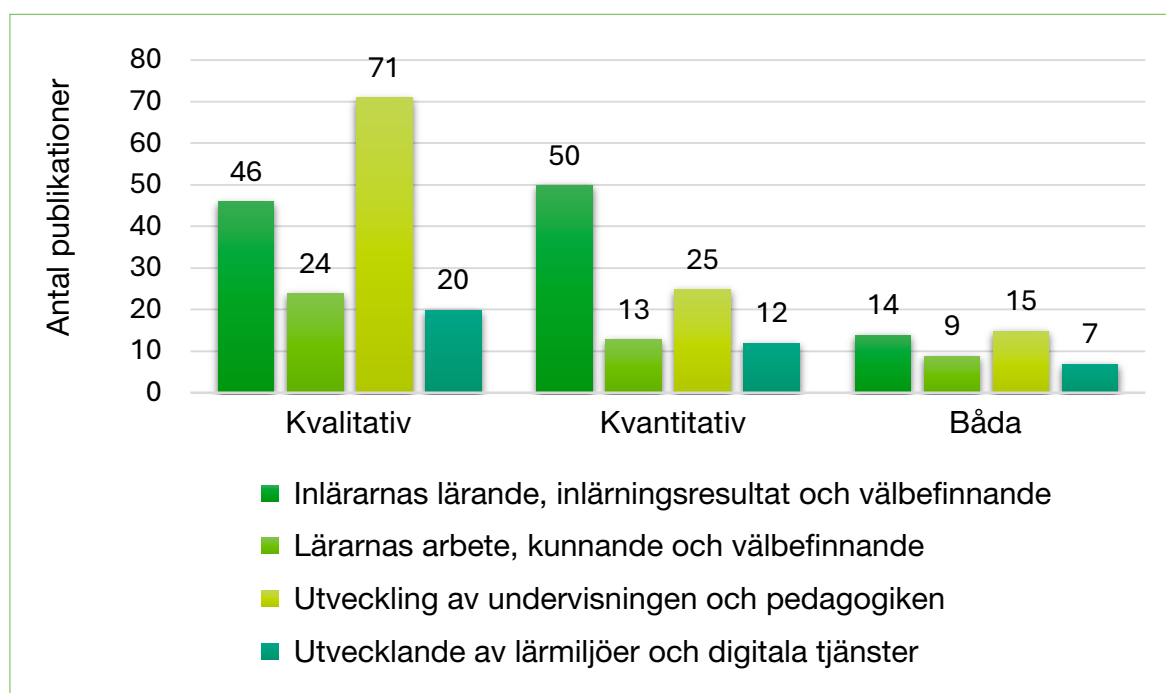
FIGUR 3. ANTALET UTBILDNINGSTADIER SOM BEHANDLATS I UNDERSÖKNINGARNA ENLIGT ÄMNESOMRÅDE.



3.2.2 Forskningsmetoder och materialinsamlingsmetoder

Figur 4 visar hur antalet forskningsmetoder varierade enligt ämnesområde i materialet. Mer än hälften av materialet (102 publikationer) innehöll kvalitativ forskning. Totalt 66 av publikationerna innehöll kvantitativ forskning och 29 publikationer innehöll både kvalitativ och kvantitativ forskning. Forskningsmetoden kunde inte fastställas för två publikationsers del.

FIGUR 4. FÖRDELNINGEN AV FORSKNINGSMETODER ENLIGT ÄMNESOMRÅDE.

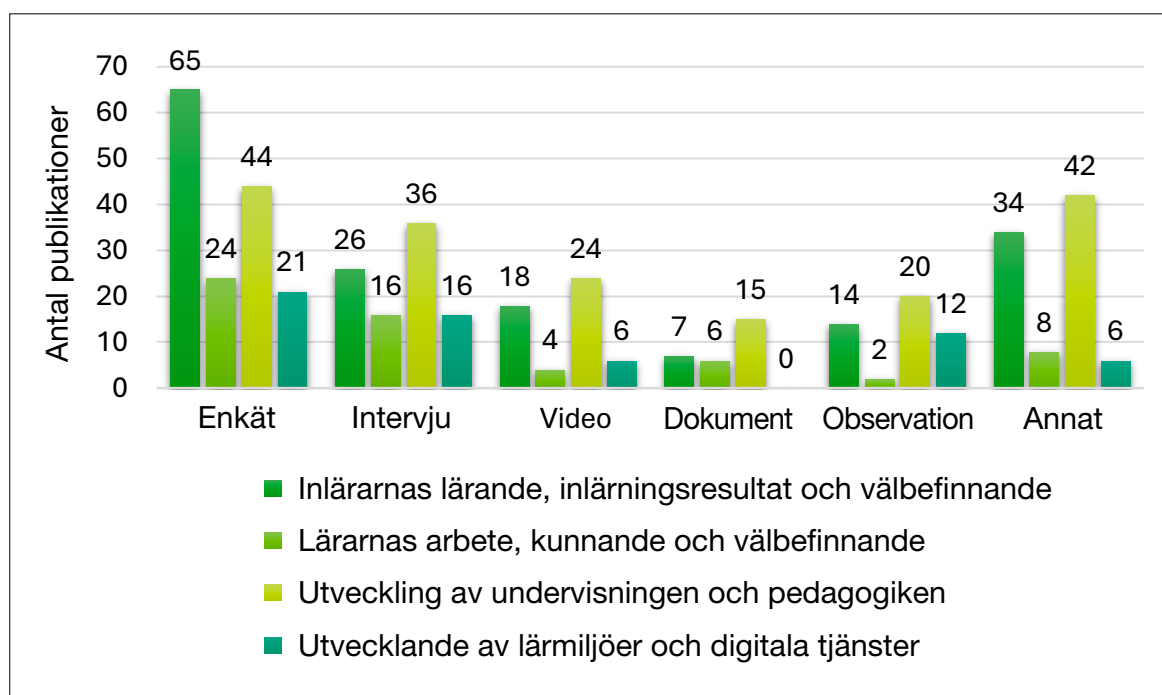


Figur 5 visar hur olika materialinsamlingsmetoder var representerade i materialet inom olika ämnesområden. En publikation kunde innehålla flera olika materialinsamlingsmetoder. Den vanligaste metoden för materialinsamling i publikationerna var en enkät (96 publikationer), som innehöll olika pappers- och webbenkäter, självutvärderingsenkäter, läskunnighets- och skrivtest samt tidigare insamlat enkätmaterial. I 59 publikationer användes som materialinsamlingsmetod intervjuer som genomfördes som individuella intervjuer och gruppintervjuer, temaintervjuer, samtalsliknande intervjuer samt video- och telefonintervjuer. I 30 publikationer hade materialinsamlingen gjorts med videomaterial som innehöll videor från inläringssituationer, videomaterial som inlärnarna producerat, skärmdumpsvideor och videobloggar. Officiella handlingar, såsom utbildningsförvaltningens utlåtanden, undervisnings- och utvecklingsplaner, lagdokument samt myndighetsrapporter och myndighetshandlingar, fungerade som material i 19 publikationer. Observationer och fältanteckningar från dem fungerar som materialinsamlingsmetod i 20 publikationer. I 57 publikationer samlades materialet in på andra sätt som avvek från ovannämnda metoder för materialinsamling. Dessa materialinsamlingsmetoder innefattade inlärnarnas texter och teckningar, lärarnas skriftliga anvisningar, lärarnas essäer och reflektioner, inlärnarnas och lärarnas dagboksanteckningar, fotografier, digitala artefakter, produkter från olika projekt (t.ex. programmeringsprojekt), chattediskussioner och datorers loggfiler.

De pedagogiska vetenskaperna, inklusive teknologifostran och hemslöjdsvetenskap, var de bäst representerade vetenskapsområdena. Pedagogiska undersökningar var oftast enkätundersökningar, fallstudier med flera metoder eller kvalitativa undersökningar som innehöll intervju- och

videomaterial. Största delen av undersökningarna representerar dock inte enbart ett vetenskapsområde. Många undersökningar stödde sig på traditioner inom olika vetenskapsområden, till exempel psykologi och pedagogik. Undersökningar som fokuserade på psykologi var vanligtvis experimentella eller kvasiexperimentella till sin natur och innehöll till exempel tester som mäter inlärningsresultat. I minoritet bland vetenskapsområdena var databehandling/informationsvetenskap och sociologi, vilket är förståeligt med tanke på forskningsfrågornas natur.

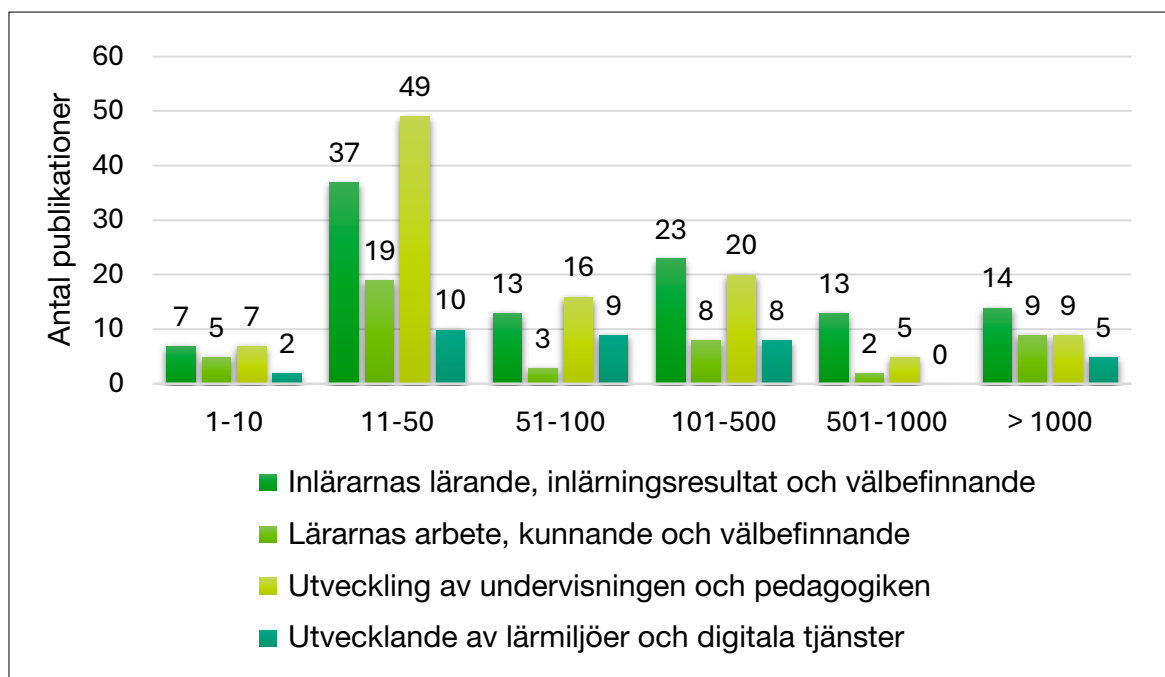
FIGUR 5. FÖRDELNINGEN AV MATERIALINSAMLINGSMETODER ENLIGT ÄMNESOMRÅDE I MATERIALET.



3.2.3 Samplets storlek och målgrupp

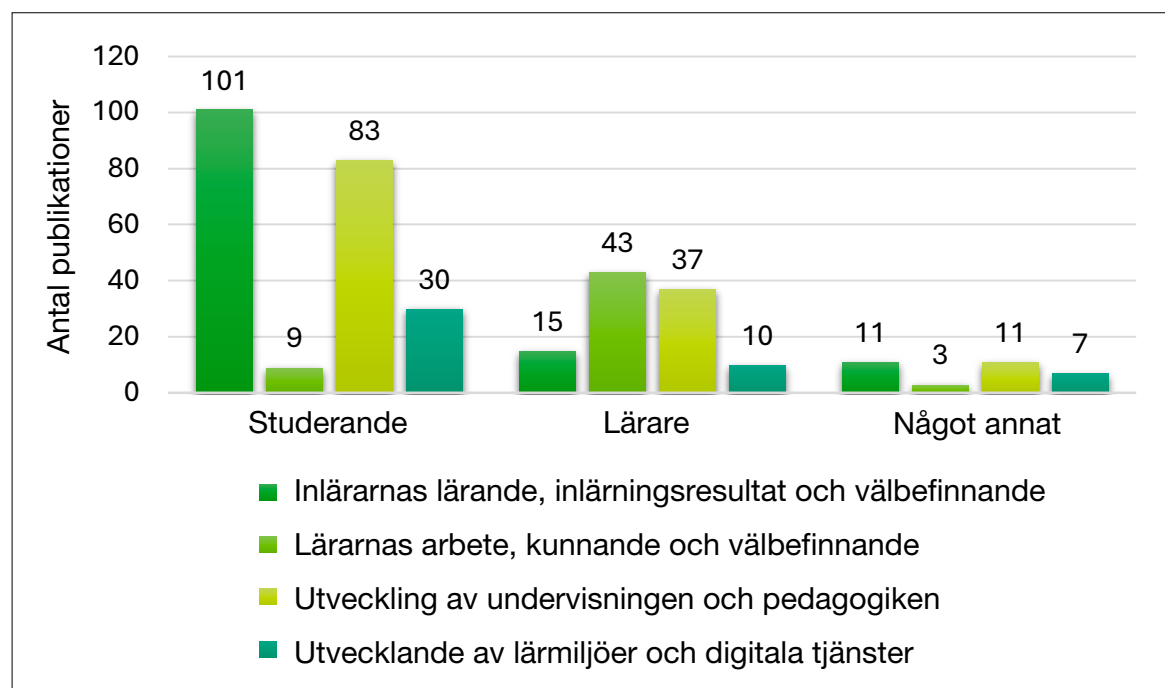
Figur 6 visar hur stora material som hade använts i de undersökningar som granskades i litteraturoversikten för 187 publikationer och varje ämnesområde. I tolv undersökningar hade samplets storlek inte angetts eller kunde inte utredas. I största delen av undersökningarna (75 publikationer) placerade sig samplets storlek mellan elva och 50 personer. Den näst vanligaste sampelstorleken var 101–500 personer (38 publikationer) och 51–100 personer (22 publikationer). Totalt 16 publikationer hade en sampelstorlek på 501–1 000 personer, och 21 publikationer hade en sampelstorlek på fler än 1 000 personer. Lägst var antalet undersökningar som använde material från 1–10 personer (15 publikationer).

FIGUR 6. SAMPLETS STORLEK I UNDERSÖKNINGARNA ENLIGT ÄMNESOMRÅDE.



Figur 7 visar fördelningen av samplets målgrupper enligt ämnesområde. En publikation innehöll antingen en eller flera målgrupper. Samplets största målgrupp i hela materialet var inlärare i olika åldrar (140 publikationer). I 69 publikationer var samplets målgrupp lärare och lärarstuderande, medan det i 17 publikationer var övriga personer. Övriga personer omfattade skolornas och läroanstalternas rektorer och ledare, vårdnadshavare, forskare, ansvarspersoner för informations- och kommunikationsteknik (IKT), anställda och chefer, vuxna i arbetslivet samt finländare med invandrarbakgrund.

FIGUR 7. FÖRDELNINGEN AV SAMPLETS MÅLGRUPP ENLIGT ÄMNESOMRÅDE I MATERIALET.



4 RESULTAT

4.1 Lägesbild av digital kompetens och digitaliseringens framskridande i skolorna

Hurdan är lägesbilden av inlärnas och lärarnas digitala kompetens, digitaliseringens framskridande i de finländska skolorna samt effekterna av distansundervisningen under covid-19-pandemin?

4.1.1 Inlärnas digitala kompetens

Enligt ICILS-undersökningen (Fagerlund m.fl., 2024) är 15-åriga finländska ungdomar kompetenta både i digital multilitteracitet och i färdigheter i datalogiskt tänkande. Med multilitteracitet avses i synnerhet de färdigheter i att söka, behandla och dela information som behövs i webbmiljöer. Datalogiskt tänkande innebär å sin sida kunskaper och färdigheter i digital problemlösning, till exempel att presentera problem och genomföra lösningar i ett format som en dator förstår. Flickor presterar bättre inom båda delområdena än pojkar. Kompetensnivåns utvecklingstrend är dock oroväckande, eftersom det genomsnittliga resultatet för kompetensen i multilitteracitet har sjunkit med 24 poäng under perioden 2018–2023. Särskilt antalet inlärare som klarar sig sämst har ökat i Finland. Samma trend syns också i andra studier om läsning och läskunnighet samt i många andra länder. Dessutom kan man särskilt i kompetensen inom datalogiskt tänkande observera en ökning av skillnaderna mellan individer vad gäller både de svagaste och de starkaste inlärnarna.

Undersökningarna DigiV00 (Oinas & Vainikainen, 2024) och Digiajan peruskoulu (Tanhua-Piironen m.fl., 2019, 2020) visar att det inte har skett någon omfattande förändring av den digitala kompetensen i finländska grundskolor trots att den digitala infrastrukturen utvecklats och tillgången till apparater förbättrats (Tanhua-Piironen m.fl., 2020). Dessutom har forskning visat att finländska inlärare verkar tillägna sig största delen av sin digitala kompetens utanför skolan, vilket ökar ojämlikheten på grund av inlärnas socioekonomiska bakgrund och skapar risker för oreglerad användning av digital teknik på fritiden (Fagerlund m.fl., 2024; Leino m.fl., 2019).

Nwakasi m.fl. (2019) jämförde teknikbetonad problemlösning bland den vuxna befolkningen med hjälp av PIAAC-data. Med teknikbetonad problemlösning avses adaptiv problemlösning som förutsätter kognitiva och metakognitiva processer för att fastställa problemet, söka information och verkställa lösningen i olika informationsmiljöer och sammanhang. Finland skiljer sig från mängden med höga färdigheter i teknikbetonad problemlösning, särskilt i yngre åldersgrupper (20–49-åringar). Även den senaste PIAAC-undersökningen (Mannonen m.fl., 2024) bekräftar detta resultat. Det finländska vuxenutbildningssystemet och betoningen på kontinuerligt lärande har lyfts fram som en möjlig förklaring.

Pihlainen m.fl. (2021) undersökte de fördelar som äldre inlärare samt lärare och kamratlärare inom informations- och kommunikationsteknik upplever av digitala utbildningstillfällen i organisationer för äldre vuxna eller vuxenutbildningscenter. Enligt resultaten stödde deltagandet i digitala utbildningsevenemang utvecklingen av deltagarnas digitala läskunnighet och välbefinnande. Även de flesta kamratlärare för äldre vuxna beskrev att deras eget välbefinnande har ökat. Resultaten visade att deltagandet i dessa utbildningar stödde ökningen av självständigheten och det positiva ömsesidiga beroendet i de nya gemenskaperna för lärande, vilket kan antas stärka de äldres lärande och välbefinnande.

4.1.2 Lärarnas digitala kompetens och fortbildning

Utifrån tidigare forskning vet man att lärarna använder digital teknik i sin undervisning på ett varierande sätt (Kaarakainen & Saikkonen, 2021), men det är knappt med aktuella forskningsrön om lärarnas digitala kompetens.

Enligt ICILS2023-undersökningen hade cirka en femtedel av finländska lärare i årskurs 7–9 enligt sin egen bedömning endast minimikunskaper i undervisning i programmeringsfärdigheter, och flera lärare bedömde att de inte ens skulle kunna lära sig programmeringskunskande (Fagerlund m.fl., 2024). Allt fler lärare uppger också att de ser negativa effekter på lärandet av teknikanvändningen, och i synnerhet deras betoning på innehåll gällande multilitteracitet och datalogiskt tänkande har minskat under de senaste fem åren (Fagerlund m.fl., 2024). Denna trend går i viss mån i en annan riktning än betoningen på multilitteracitet och digital kompetens i de gällande läroplansgrunderna.

Lärare erbjuds olika avgiftsfria stödresurser och stödmaterial. Till exempel 2022 beviljade undervisnings- och kulturministeriet betydande finansiering för projekt inom utvecklingsprogrammet Nylitteracitet. I utvecklingsprogrammet skapades beskrivningar av digital kompetens som stöd för lärarnas arbete och implementeringen av läroplansgrunderna (eGrunder: Kunskapsbeskrivningarna för digital kompetens). Målet var att förbättra digital kompetens, medieläskunnighet och programmeringskunskande. Enligt utredningen efter projekten var erfarenheterna positiva och effekterna syntes i form av ökad medvetenhet, framsteg i fortbildningen, skapande av gemensamma riktlinjer samt utveckling av upphandlingarna (Salomaa, 2024). Fortbildning för anställda inom undervisningsväsendet och småbarnspedagogiken som finansierats av Utbildningsstyrelsen har stött lärarnas kompetens när det gäller undervisningens digitalisering. Till exempel 2018–2022 deltog över 7 000 yrkespersoner inom undervisningsbranschen från småbarnspedagogiken till andra stadiet i LUKILOKI-fortbildningen om lärande och undervisning i läs- och skrivfärdigheter som finansierades av Utbildningsstyrelsen och ordnades av Jyväskylä universitet och där digital kompetens var ett centralt delområde (Kuosmanen m.fl., 2023).

Enligt utredningen Digiajan peruskoulu II (2020) har lärarnas digitala kompetens utvecklats måttligt, och fortbildningen och tutorverksamheten har förbättrat deras förtroende för sina digitala färdigheter. Å andra sidan kan det enligt ICILS2023-undersökningen i praktiken vara svårt för lärarna att delta i utbildningar vid sidan av arbetet (Fagerlund m.fl., 2024). Det verkar fortfarande finnas många utmaningar med att etablera användningen av teknik i undervisningen: bristen på beredningstid och resurser för yrkesmässigt lärande, avsaknaden av incitament samt otillräckligt tekniskt och pedagogiskt stöd. Det verkar också finnas åsiktsskillnader mellan rektorerna och lärarna då rektorerna förhåller sig mer positivt till lägesbilden för den digitala pedagogikens utveckling (Fagerlund m.fl., 2024).

4.1.3 Nuläget för digitaliseringen av undervisningen

Enligt utredningen Digiajan peruskoulu II (2020) har digitaliseringen framskridit ojämnt i skolorna. Skolornas möjligheter att utnyttja digitala undervisnings- och inlärningsmöjligheter varierar mycket, vilket tillsammans med olika verksamhetskulturer och attityder försätter inlärarna i en ojämlig ställning i fråga om lärandet och tillämpningen av digitala färdigheter. Det förekommer fortfarande variationer och brister även i fråga om stödresurserna: ordnandet av tekniskt och pedagogiskt stöd verkar i många skolor ha hamnat på de frivilligas och mest aktivas ansvar utan en tydlig uppgiftsfördelning eller arbetstid (Fagerlund m.fl., 2024). De senaste undersökningarna (t.ex. Fagerlund m.fl., 2019; Leino m.fl., 2021) har dock visat att skolornas möjligheter att stödja digital kompetens och utnyttja teknik i undervisningen har förbättrats i många avseenden. Situationen har förbättrats särskilt i fråga om tillgången till datateknisk infrastruktur, såsom apparater och programvara, datorer med internetuppkoppling samt olika plattformar och applikationer.

Enligt undersökningen ICILS2023 är användningen av digitala verktyg för lärande lägre än genomsnittet bland finländska ungdomar, särskilt jämfört med de övriga nordiska länderna (Fagerlund m.fl., 2024). Enligt lärarna har användningen ökat något mellan 2018 och 2023, men den har i huvudsak fokuserat på användningen av basprogram såsom ordbehandlingsprogram och program som används för att skapa bildspel samt på informationssökning och presentation. I de finländska skolorna har man endast fäst liten uppmärksamhet vid att använda specialprogram (t.ex. multimedialprogram, simulationer) eller till exempel vid studier i datalogiskt tänkande. Även enligt DigiV00-undersökningen är användningen av teknik i årskurs 7–9 ganska ensidig och riktar sig till informationssökning, redigering och lagring. Inlärarna är sällan aktiva på lektionerna där man använder digital teknik. De inlärare som fick intensifierat eller särskilt stöd, som hade invandrarbakgrund eller sämre inlärningsresultat, uppgav i DigiV00-undersökningen att de använder digital teknik oftare i skolan än andra inlärare. Det verkade finnas ett negativt samband mellan utnyttjandet av digital teknik och lärandet, men enligt forskarna förklaras det delvis av att tekniken används för differentiering (Oinas & Vainikainen, 2024).

4.1.4 Distansundervisningens effekter på lärandet, kunnandet och välbefinnandet under covid-19-pandemin

Granskningsperioden för denna litteraturoversikt omfattar distansundervisningsperioden som orsakades av covid-19-pandemin. I början av covid-19-pandemin våren 2020 stängdes skolorna i åtta veckor och man övergick till distansundervisning. Inom den grundläggande utbildningen begränsades både undervisningsarrangemangen och tillgången till stöd för lärande och skolgång. I synnerhet på andra stadiet och högskolenivån fortsatte distansundervisningen ännu i två år, och upprepade karantäner utgjorde en påfrestning på den grundläggande utbildningen.

Internationella undersökningar har visat att skolnedstängningarna och distansstudierna under coronapandemin försämrade inlärningsresultaten, i synnerhet för de barn och unga som behövde stöd för lärandet eller som har svagare socioekonomisk bakgrund (t.ex. Betthäuser m.fl., 2023). Nedsatta inlärningsresultat observerades till exempel i läskunnigheten hos elever i årskurs 4 (Leino m.fl., 2023; Lerkkanen m.fl. 2023), i Norge i skriftfärdigheter hos elever i årskurs 1 (Skar m.fl., 2023), i Tyskland i läsförståelse och matematik hos elever i årskurs 5 (Schult m.fl., 2022), i Nederländerna i läsning, rättstavning och matematik hos elever i årskurs 4–7 (Engzell m.fl., 2021), i Belgien i läsning och matematik hos elever i årskurs 6 (Maldonado & De Witte, 2021) samt i USA i matematik och läsning hos elever i årskurs 4 (Kuhfeld m.fl., 2020). I några undersökningar har man dock också rapporterat positiva resultat efter den första nedstängningsvågen, särskilt i matematik. Till exempel i tyska skolor där man använde en läroplansbaserad lärmiljö på webben i matematik förbättrades prestationerna för elever i årskurs 1–2 under nedstängningen (Spitzer & Musslick, 2021). I Meeters (2021) undersökning i Nederländerna visade elever i årskurs 2–6 som använde ett anpassat övningsprogram i matematik snabbare framsteg i inläringen av matematik under nedstängningen jämfört med motsvarande elever året innan. Även i Kina (Clark m.fl., 2021) förbättrade den högklassiga distansundervisningen under covid-19-nedstängningen för niondeklassarna elevernas resultat i läskunnighet och matematik; i synnerhet eleverna med svagare resultat drog nytta av den högklassiga distansundervisningen.

I Utbildningsstyrelsens redogörelse observerades att skolornas och hemmens resurser fördelades ojämnt i fråga om tillgången till de internetuppkopplingar och apparater som krävs i distansundervisningen samt i fråga om de digitala färdigheter som behövs (Vuorio m.fl. 2021). Enligt Nationella centret för utbildningsutvärdering NCU:s utvärdering (3/2020–1/2021) hade vissa elever inte de färdigheter som krävs för distansstudier, och stödet för lärandet var inte tillräckligt. I många skolor ordnades distansundervisningen som en kombination av gemensamma studier som genomfördes

via videoförbindelse och självständigt arbete (Goman m.fl. 2021), vilket också orsakade ändringar i till exempel inlärnas dagsrytm och det stöd för lärande de fick (Pöysä m.fl., 2023a, 2023b). Inlärnarna hade utmaningar bland annat med studiemotivation, självstyrning och att be om hjälp (Goman m.fl. 2021). På grund av distansstudierna minskade den tid i veckan som inlärare inom den grundläggande utbildningen använde för studier, inlärningsresultaten utvecklades långsammare (Lerkanen m.fl., 2023; Pöysä m.fl., 2023a, 2023b) och det psykiska illamåendet ökade (Salmela-Aro m.fl., 2021). Inlärnarna kände sig ensamma och saknade sina skolkamrater (Pöysä m.fl., 2023b). Motivationen observerades ha en viktig betydelse för förebyggandet av luckor i kunskanget (Lerkanen & Pakarinen, under granskning).

Skolorna ordnade distansundervisning på mycket olika sätt och ansvaret för barnens lärande låg i hög grad hos föräldrarna (Pöysä m.fl., 2023b). Det finns dock ingen systematisk forskning om de digitala och pedagogiska lösningar som användes i distansundervisningen. En del av vårdnadshavarna upplevde att deras barn lämnades utan tillräckligt stöd av läraren i lärande som utnyttjade distansförbindelser, vilket innebar en ökad belastning för vårdnadshavarna (Pöysä m.fl. 2023b). När även mångprofessionellt stöd saknades orsakades en situation där myndighetsansvar överfördes till vårdnadshavarna (Pakarinen m.fl. 2023). Föräldrarnas resurser och färdigheter att styra distansstudierna hemma varierade mycket (Sorkkila & Aunola, 2021). En del hade bristfälliga utrymmen och utrustning för distansundervisning hemma. Välbefinnandet bland barnfamiljer utmanades av distansundervisning och barnens matförsörjning vid sidan av de vuxnas dagarbete, som också ofta var distansarbete (Sorkkila m.fl., 2023).

Malessas undersökning (2023) fokuserade på de digitala tjänsternas roll i språk- och läskunnighetsutbildningen för vuxna invandrare i Finland före och under covid-19-pandemin. Enligt en enkät- och intervjuundersökning riktad till finländska lärare i språk och läskunnighet gav pandemin upphov till problem med att använda apparater för undervisningsändamål, brist på användarerfarenhet, otillräckligt utbud av lämpliga apparater och kurser samt otillräckligt stöd för inlärare och lärare. Lärarna strävade på olika sätt efter att säkerställa och möjliggöra användnings- och inlärningsmöjligheter för apparaterna, vilket ledde till en stor arbetsmängd särskilt under pandemin. Även enligt andra undersökningar ökade belastningen på rektorerna och lärarna under coronapandemin, utbrändheten fördubblades och arbetsivern minskade (Pöysä m.fl., 2022; Salmela-Aro m.fl., 2022; Toyama m.fl., 2022). Dessutom lyfte rektorerna fram oklara anvisningar som förändrades snabbt, vilka ökade arbetsmängden och belastningen på hela skolan (Elomaa m.fl., 2023).

Erfarenheterna har dock varit mycket individuella. Coronapandemin har tydligt visat polariseringen i individernas lärande, välbefinnande och upplevelse av arbetsbelastning. Distansundervisningen passade en liten grupp inlärare, vilket återspeglades i studierna och välbefinnandet. Hos en del av inlärnarna ökade till och med intresset för skolgången: i årskurs 1–6 rapporterade 26 procent och i årskurs 7–9 16 procent av inlärnarna ett större intresse för skolgången under distansundervisningen (Salmela-Aro m.fl., 2021). Det fanns också lärare som rapporterade att de hittat arbetsmotivationen på nytt trots belastningen från distansundervisningen (Pöysä m.fl. 2022). Likaså anpassade en del av rektorerna sitt arbete så fort pandemin började, och hos dem ökade till och med arbetsivern (Toyama m.fl., 2022).

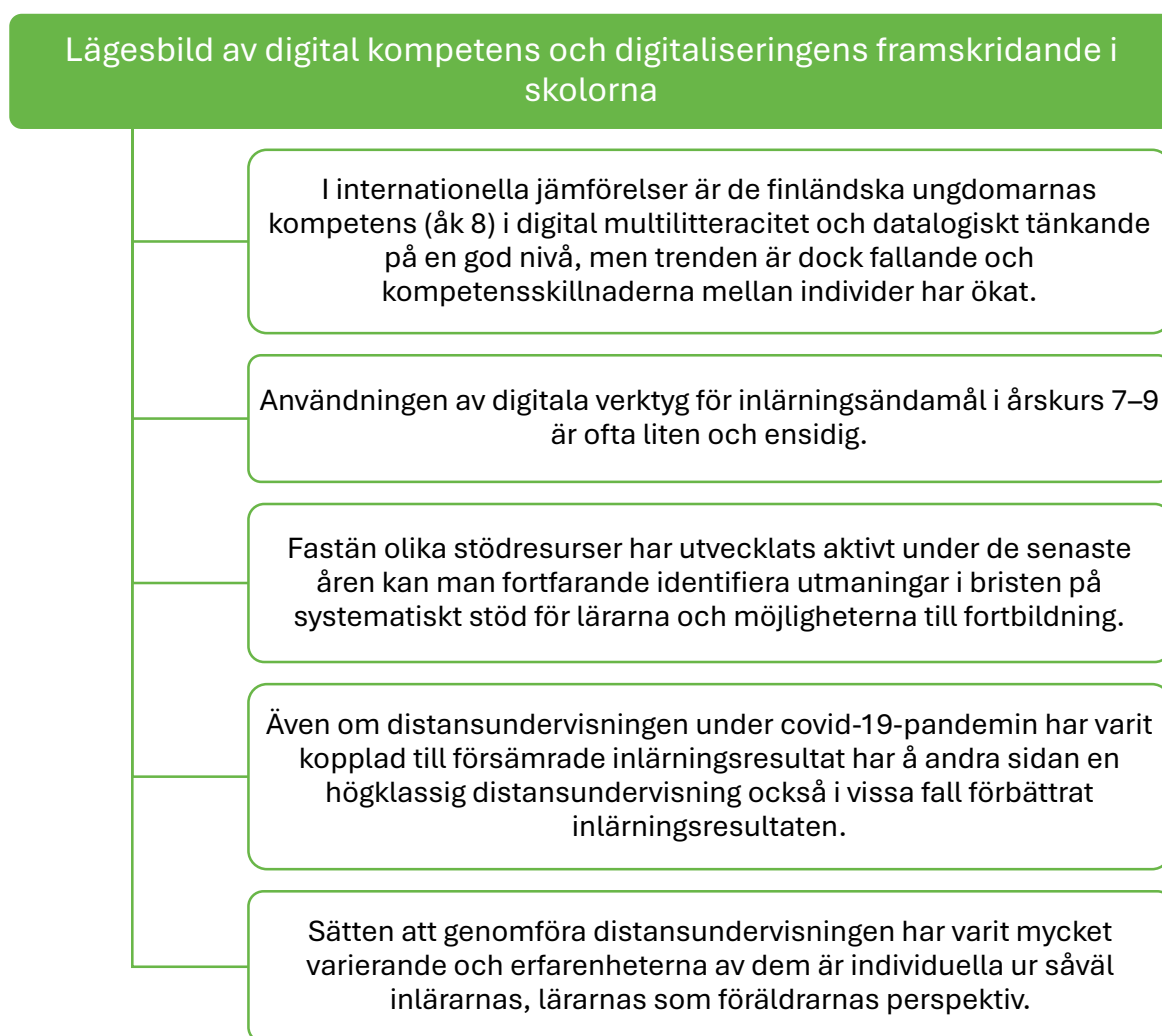
Till distansundervisningen under covid-19-pandemin hörde också enskilda digitala och pedagogiska lösningar. I bland annat Loukomies och Juutis (2021) undersökning granskades inlärnas upplevelser i årskurs 1–6 av distansundervisning under pandemin. Med metoden Instant Video Blogging (IVB) kunde inlärnarna förmedla sina individuella upplevelser och känslor till lärarna. I distansundervisningen fungerade IVB som ett interaktionsverktyg mellan läraren och inlärnarna. IVB fungerade förutom som forskningsmetod för att samla in inlärnas upplevelser även som stöd för

kommunikationen mellan lärarna och inlärarna. I undersökningen Kouhia m.fl. (2021) om distansundervisning i slöjd identifierades förutom möjligheter även utmaningar med att utnyttja digital teknik. Möjligheter ansågs i synnerhet vara individuell handledning och respons till inläraren samt att inkludera familjerna i slöjdundervisningen. Lärarna upplevde dock att det var utmanande att uppfylla alla krav i läroplanen för slöjd under distansundervisningen. Även det lärande som sker via kreativ och gemensam materialanvändning upplevdes minska i distansundervisningen.

Sammanfattning

Figur 8 visar en sammanfattning av skolornas lägesbild av hur den digitala kompetensen och digitaliseringen framskrider.

FIGUR 8. SAMMANFATTNING AV LÄGESBILDEN AV HUR DEN DIGITALA KOMPETENSEN OCH DIGITALISERINGEN FRAMSKRIDER I SKOLORNA.



4.2 Effekterna av undervisningens digitalisering på inlärnarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande

Vilka effekter har undervisningens digitalisering haft på inlärnarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande? Vilka faktorer har lett till dessa effekter?

Materialet innehöll 110 publikationer som fokuserar på inlärnarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande. Största delen av publikationerna gällde lärande eller inlärningsresultat och endast cirka en femtedel gällde välbefinnande. Tyngdpunkten i undersökningarna låg på den grundläggande utbildningen, och över hälften av dessa undersökningar om den grundläggande utbildningen hade genomförts i kontexten för årskurs 1–6 (se figur 3). När det gäller det fria bildningsarbetets utbildningsnivå gällde alla undersökningar om inlärare lärandet, och inga undersökningar om välbefinnande hittades i litteratursökningen. Vad gäller forskningsmetod fanns det något mer kvantitativ forskning än kvalitativ (se figur 4). Den kvalitativa forskningsmetoden var vanligast i undersökningen av inlärnarnas lärande, medan kvantitativ forskning var vanligast i publikationer som fokuserade på inlärningsresultat och välbefinnande.

4.2.1 Datorstödda interventioner i lärandet av grundläggande färdigheter

I undersökningar om **lärande i matematik** har man observerat delvis motstridiga resultat. I en kvasiexperimentell undersökning av Hellstrand m.fl. (2020) gav en datorstödd intervention (The Number Race) ingen statistiskt signifikant effekt på matematiska prestationer hos elever i årskurs 1. Skillnaderna jämfört med forskningsgruppens tidigare resultat förklarades av målgruppens egenskaper, eftersom tidigare undersökningar gällde barn i förskoleåldern. Barnen i förskoleåldern representerade en mer heterogen grupp där risken för inlärningsssvårigheter var större, och interventionen stödde särskilt barn som presterade sämre.

Övningar som gjorts med konkreta, funktionella verktyg har å sin sida visat sig vara effektivare än övningar som gjorts på dator eller i en virtuell miljö i undervisningen av bråktal (Vessonen m.fl., 2021). Gruppen elever i årskurs 1–6 som använt konkreta verktyg klarade sig bättre i bråktalsfärdigheter under interventionen. Å andra sidan visade sig gruppen som arbetade med virtuella övningar vara effektivare med tanke på tidsanvändningen än gruppen som arbetade med konkreta redskap.

En betydande del av undersökningarna om lärande i matematik har fokuserat på **inlärningsspel och spelbaserade lärmiljöer**. Lärandet av begreppet rationella tal i den spelbaserade lärmiljön NanoRoboMath granskades i ett randomiserat experiment för elever i årskurs 5 och 6 (Kärki m.fl. 2022) och i en kvasiexperimentell undersökning för elever i årskurs 7 (Kärki m.fl., 2021, 2023). I båda undersökningarna observerades att spelmiljön ger bättre kompetens än så kallad traditionell skolundervisning i de flesta av de uppmätta delområdena av rationella tal. Spelandets kvalitet och mängd hade ett samband med utvecklingen av en flexibel förståelse för rationella tal, förmågan att räkna i huvudet och förståelsen för räkneoperationer. I Brezovszkys m.fl. (2019) undersökning planerades en spelbaserad intervention (Number Navigation Game) och ett randomiserat försök gällande adaptiv talkunskap, aritmetisk smidighet och prealgebraisk kunskap hos elever i årskurs 1–6. Resultaten visar att man kan främja aritmetiska kunskaper och färdigheter med hjälp av en spelbaserad miljö. En spelbaserad lärmiljö kan i bästa fall fungera i undervisningen av sådant som är svårt att lära ut i vanligt klassarbete.

I Aunios och Mononens (2017) interventionsundersökning granskades inlärningsspelens möjligheter att utveckla förskoleelevers tidiga sifferfärdigheter. I interventionsgruppen observerades en

utveckling i räknefärdigheterna inom gruppen, men skillnaderna mellan grupperna var inte statistiskt signifikanta. Orsaken till detta kan vara att barn med svaga prestationer behöver mycket övning i lärandet av de grundläggande färdigheterna. Enligt Aunios och Mononens (2017) undersökning kan inlärare med svaga prestationer dra nytta av inlärningspel om spelen är tillräckligt strukturerade (Seo & Bryant, 2009). Koskinen m.fl. (2022) undersökte olika stödformers inverkan på lärandet i matematik och motivationen i en spelbaserad miljö i kontexten för årskurs 1–6. I deras undersökning jämfördes två stödformer: emotionellt neutralt visuellt stöd och matematiskt stöd som erbjuds av en animerad figur (t.ex. en animerad hundfigur). Även om det inte fanns någon statistiskt signifikant skillnad mellan dessa olika stödformer i inlärningsresultaten konstaterades det att spelmiljön hade ökat det situationsspecifika intresset och självförmågan i fråga om den begreppsliga förståelsen av bråktal.

I McMullens m.fl. (2019) undersökning genomfördes ett interventionsprogram riktat till elever i årskurs 6 vars mål var att främja den begreppsliga utvecklingen av rationella tal genom att stödja spontan uppmärksamhet på begreppet antal. Som en del av interventionen användes den kommersiellt tillgängliga mobilapplikationen ActionTrack, som kan användas för att skapa aktiviteter som "skattjakt" för deltagarna. Målet var att undersöka, identifiera och analysera relationer i anslutning till antal i vardagliga situationer, till exempel genom att fotografera och filma samt skriva svar. Enligt resultaten av den kvasiexperimentella undersökningen kunde man med hjälp av interventionen och mobilteknologin i fråga öka inlärnarnas spontana uppmärksamhet på begreppet antal. I Eronens och Kärnäs (2017) kvalitativa undersökning av lärandet i matematik i årskurs 7–9 granskades särskilt självstyrd, minimalt handledd matematikinlärn timer som utnyttjade teknik. Inlärarcentrerat lärande förekom särskilt när lärarens roll var minimerad och inlärnarna själva fick handla sitt lärande genom att arbeta antingen självständigt eller i grupp och utnyttja olika material och lättanvänd räknarteknik i synnerhet i studierna i geometrin.

Läsforskningen, som förutom de grundläggande färdigheterna i läsning även omfattar lässvårigheter och forskning i multilitteracitet, är mycket välrepresenterad i digitaliseringsforskningen. Ett av de mest kända digitala inlärnings spelen som stöder sig på forskningsevidens är Ekapeli, GraphoLearn i en internationell kontext, som är avsett för att öva grunderna i läskunnighet (Lyytinen m.fl. 2009; Richardson & Lyytinen, 2014). Flera experimentella undersökningar om effekterna av Ekapeli, som spelas med dator eller en mobilapparat, har gjorts särskilt bland barn i årskurs 1–6 och förskoleåldern både i Finland och internationellt (t.ex. Saine m.fl., 2011). Enligt undersökningarna stöder Ekapeli lärandet genom att öva bokstavs-ljudmotsvarighet. Inlärnings spelplattformen GraphoLearn har också utnyttjats för utvärdering och prognostisering av den tidiga läskunnigheten hos inlärare i förskoleåldern. Enligt resultaten var de datorbaserade uppgifterna lika effektiva som traditionella metoder för att förutspå resultaten i läsning, särskilt i den noggranna utvärderingen av bokstavs-ljudmotsvarigheter (Puolakanaho & Latvala, 2017).

I Heikkiläs m.fl. (2013) interventionsundersökning granskades effekten av datorbaserad övning i att känna igen stavelser hos svaga läsare i årskurs 2 och 3. Resultaten visade tydliga förbättringar i läshastigheten med alla stavelser som tränats, men överföringseffekten till ordnivå kunde observeras endast i fråga om långa sällsynta stavelser. Snabba färdigheter i namngivning hade samband med den ursprungliga läshastigheten, men inte med effekten av övningarna. Den datorstödda metoden Reading-through-Writing Method (RtW) berikade å sin sida första- och andraklassarnas upplevelse av lärande även om den inte konstaterades ha någon betydande effekt på den tekniska läskunnigheten eller läsmotivationen i den kvasiexperimentella tvååriga uppföljningsstudien (Turunen m.fl., 2019).

Olika facktexter, underhållande texter, nyheter och innehåll i sociala medier läses dagligen i digitalt format, och även digitala läromedel är en del av skolornas vardag. Jämfört med den traditionella

läsforskningen är **forskningen i digital läsning** dock fortfarande i startgroparna. Kannianens m.fl. (2019) undersökning av färdigheter i läsning och läsförståelse visade att elever i årskurs 6 som läser dåligt sannolikt stöter på svårigheter i läsning på webben. Kiili m.fl. (2024) undersökte också rollen av färdigheter i läsförståelse och tidigare kunskaper hos elever i årskurs 6 som resurser för bedömning av mångsidiga webbtexeters tillförlitlighet. Enligt undersökningen skapar internet utmaningar för bedömningen av tillförlitligheten, eftersom källorna varierar i fråga om kvalitet och kan innehålla felaktig information. Man har observerat att den tidigare erfarenheten av att använda internet förutspår sjätteklassares föreställningar om förmåga i och attityder till internetläsning (Sormunen m.fl., 2021). I Härmäläinens (2023) intervention i **webbläsning** (21 x 45 min) lärde man sjätteklassare färdigheter i undersökande webbläsning (informationssökning, bedömning av tillförlitligheten och utarbetande av en syntes), varefter färdigheterna övades i två projekt. Resultaten visade att det var svårt för de flesta sjätteklassare att motivera webbtexternas tillförlitlighet, men interventionen ökade deras färdigheter att beakta källornas särdrag (t.ex. skribenten och publiceringsplatsen) i sina motiveringar.

Även om dator- och mobilapplikationer avsedda för **studier i främmande språk** har ökat i popularitet finns det lite forskning om deras effekter. Björns och Leppänens (2013) experimentella undersökning gällde femteklassare som hade svårigheter med att lära sig engelska som främmande språk. Med hjälp av datorbaserad övning kunde man särskilt utveckla de grundläggande färdigheterna i läsning (t.ex. att kombinera ljud och stavelser) i kontexten för inläring av främmande språk.

4.2.2 Allmänna färdigheter, kollaborativt lärande och digitala lärmiljöer

I synnerhet inom **naturvetenskaperna** har man också undersökt inlärnarnas deltagande i vetenskaplig praxis och **skapandet av digitala produkter**. Enligt en undersökning gjord av Lavonen m.fl. (2023) riktad till tredjeklassare kan projektbaserade inlärningsmoduler som grundar sig på bekanta vardagliga kontexter stödja elever i årskurs 1–6 i att lära sig vetenskaplig praxis och använda mångsidiga informationstyper. Eleverna använde smarttelefoner för att skapa digitala produkter för projekthinläring till exempel genom att samla in observationer, fotografera och planera lösningar på problem. I en etnografisk undersökning av Vartiainen m.fl. (2019) observerades att en daghemsgemenskaps digitala redskap och tjänster, såsom iPads och kameror, främjade inlärnarnas **undersökande lärande** och sociala kapital. Under skogsutflykter hittade barnen meningsfulla forskningsobjekt och digitala bilder för att skapa kontakter med föräldrar, mor- och farföräldrar och experter. De producerade också aktivt, strukturerade och tillämpade ny kunskap samt delade med sig av sina egna insikter.

Kangas m.fl. (2013) undersökte designtänkande hos inlärare i årskurs 1–6 i en **gemensam planeringsprocess** för en lampa. Genom att delta i olika konkreta och materiella samt kunskapsmässiga och begreppsmässiga aktiviteter kunde inlärnarna lära sig grundläggande designfärdigheter. Teknikens roll i den gemensamma designprocessen var särskilt att fungera som ett verktyg för skissering, mätning, modellering samt presentation och delning av information. Dessutom integrerar den mångsidiga designprocessen de färdigheter som behövs även inom andra sektorer, såsom vetenskap, teknik, ingenjörsvetenskap och matematik.

Sormunen m.fl. (2019) undersökte **användningen av smarttelefoner** och hur man övervinner utmaningar i anslutning till inläringssvårigheter i en inkluderande naturvetenskapsklass i årskurs 1–6. Undersökningen visade att smarttelefoner kan förbättra inlärnarnas uppmärksamhet samt motoriska och språkliga färdigheter. Under den tvååriga uppföljningen utvecklades användningen av smarttelefoner från individuella rutiner till samverkan, vilket främjade uppbyggnaden av kunskap, undersökande lärande och kommunikation. Den lyckade integreringen av smarttelefoner i

undervisningen berodde på lärarnas och inlärnas engagemang i att använda tekniken på ett betydelsefullt sätt. Forskningen betonar betydelsen av inkluderande pedagogisk praxis samt behovet av tid och stöd för att ta i bruk ny teknik i klassrummet.

I undersökningen av Loukomies m.fl. (2019) granskades förändringen i förstaklassares uppfattningar om förmåga inom naturvetenskap under digitalt intensiva naturvetenskapliga workshoppar. Även om det genom workshoppar är möjligt att främja inlärnas uppfattningar om naturvetenskaplig och teknisk förmåga är det ändå inte lätt att överföra förändringen utanför workshopparna, utan naturvetenskaperna och tekniken förstås snävt som en viss naturvetenskaplig uppgift (t.ex. programmering av en robot). Jaakkola och Veermans (2015) undersökte abstrakta och konkreta **simuleringsselement** effekt på lärandet i naturvetenskaper för femte- och sjätteklassare. Inlärnas förstod strömkretsarna bättre när de kontinuerligt lärde sig med konkreta simuleringsselement jämfört med att de bytte från konkreta till abstrakta element under lärandet.

Penttilä m.fl. (2016) undersökte en pedagogisk intervention riktad till årskurs 1–6 som kombinerade **digitalt berättande** och strukturerad, undersökande informationssökning. Enligt resultaten kan en sådan kombination förbättra lärandet genom att integrera teknik i vetenskapliga experiment i berättelseform. Detta tillvägagångssätt lämpar sig för nya inlärare i naturvetenskap som lär sig färdigheter i berättande, eftersom dokumentationen av lärprocessen grundar sig på slutna problem. Digitalt berättande har också varit en del av andra undersökningar om undervisningens digitalisering. Niemi m.fl. (2018) undersökte effekterna av metoden med digitalt berättande på inlärnas aktiva **gemensamma lärande** i årskurs 1–6. Inlärnas lärde sig att arbeta i grupp för att producera nya idéer och förstod sambandet mellan matematik och det dagliga livet. Resultaten visade att digitalt berättande kan uppmuntra inlärnas att tillämpa ny teknik i sitt lärande och stödja deras utveckling i matematisk läskunnighet. Undersökningen av Kumpulainen m.fl. (2023) som också riktade sig till årskurs 1–6 åskådliggör potentialen hos **förstärkt verklighet** och digitalt berättande att förändra uppfattningar om naturen samt hur möten mellan barn, natur och teknik kan erbjuda möjligheter till miljöfostran. Enligt undersökningen kan ny digital teknik erbjuda möjligheter att främja barnens ekologiska fantasi.

Laakso m.fl. (2021) undersökte hur **gemensam speldesign** kan utveckla inlärnas digitala färdigheter i grundskolan. Inlärnas upplevde speldesign som en inspirerande och utmanande aktivitet. Deltagandet förbättrade också inlärnas självbedömda tekniska och konstnärliga digitala färdigheter. Enligt Mertala och Meriläinen (2019) är barn inte enbart passiva konsumenterna av digitala spel, utan aktiva betydelsegivare som kritiskt kan bedöma digitala spel när de erbjuds ett tryggt utrymme och ett lämpligt verktyg. De betonar att barnens spelkulturer, uppfattningar om spelinnehållet och tidiga förmåga att läsa spel har många utforskade dimensioner. Vepsäläinen m.fl. (2022) granskade den **videospelsbaserade** applikationen Mole's Veggie Adventures effekt för godkännande och konsumtion av frukt och grönsaker hos barn i förskoleåldern. Enligt resultaten ökade applikationen betydligt godkännandet av frukt och grönsaker samt stödde utvecklingen av självreglering och sociala färdigheter i tidig matfostran.

En undersökningen av inlärare i förskoleåldern har också lyft fram möjligheterna till **smarta leksaker och lekfullt lärande** (Heljakka & Isomäki, 2018). "Leksakernas Internet" är en del av en lek som kopplas till andra leksaker, digitala redskap och webbgemenskaper. Enligt Heljakkas och Isomäkis (2018) undersökning blev inlärare i förskoleåldern entusiastiska över leksakernas undervisningsmässiga och tekniska egenskaper, men de stödde sig inte enbart på dem i sina lekar. Det konstaterades att i bästa fall kan leksaksfigurerna "lära" dem som leker till exempel multilitteracitet, engelska samt produktion av olika ljud och musik.

4.2.3 Reglering av lärandet, respons och lärandeanalytik

Tekniken som utvecklas gör det också möjligt att synliggöra skedena i självständigt lärande och grupparbete och följa upp läroprocesserna. Till exempel kan de data som lärandeanalytiken producerar också utnyttjas i responsen och bedömningen.

Undersökningar om inlärnarnas **självreglering av lärandet och socialt delad reglering** betonar vikten av digitala lärmiljöer och **AI-stödd analys** för att förstå och stödja läroprocesserna. Lämsä m.fl. (2025) observerade potentialen hos artificiell intelligens och digitala logguppgifter i tillhandahållandet av individuellt stöd i en skrivuppgift för 13-åriga inlärare. Aksela m.fl. (2024) upptäckte att inlärare som klarar sig bättre i en uppgift använder mer tid till självregleringsprocesser och uttrycker mångsidigare regleringsstrategier än inlärare som presterat sämre i uppgiften. Malmberg m.fl. (2010; 2013, 2014) har undersökt hur elever i årskurs 1–6 utnyttjar strategier för självreglering av lärandet i olika inlärningsituationer med hjälp av inlärningsmiljön gStudy. Programmet gStudy samlar in spår av inlärnarnas strategier när de använder miljöns innehåll (t.ex. text, grafik, video-filmer) och uppgifter (t.ex. anteckningar, begreppskartor) i sina studier. Malmberg m.fl. (2013) jämförde strategier för inlärare som klarade uppgifter sämre och bättre i utmanande och gynnsamma inlärningsituationer. I gynnsamma situationer använde båda grupperna liknande strategier, men i utmanande situationer utnyttjade inlärare som klarade sig bättre djupgående strategier, medan inlärare med sämre prestationer koncentrerade sig på strategier på ytlig nivå. Järvelä m.fl. (2012) undersökte motivationens betydelse för självregleringen av lärandet i gStudy-miljön. Resultaten visade att inlärare med högre motivation använde aktivare och kvalitativt sett olika strategier under lärandet, och att motivationen hade ett starkt samband med inlärarens förmåga att aktivera den kognitiva självregleringen. Undersökningar visar att inlärningsstrategiernas effektivitet beror på kraven som situationen ställer, typen av uppgift och inlärnarnas motivation. De betonar betydelsen av strategiernas kvalitet och kontext för att förbättra inlärningsresultaten.

Dang m.fl. (2024) granskade den socialt delade regleringen i grupparbetssituationer och hittade interaktionsprocesser som gällde gruppens förmåga att reagera på regleringsbehoven för interaktion och lärande. Zabolotna (2023) visade att det gemensamma byggandet av kunskap och regleringen på gruppnivå ofta skedde i interaktion och stödde varandra i kollaborativt teknikassisterat lärande. Järvenoja m.fl. (2018) kompletterar helhetsbilden genom att visa att inlärnarnas motivation varierar under grupprojekten och att hög motivation och tillhörande regleringsstrategier förutspår bättre inlärningsresultat. Dessa undersökningar ger information om hur lärandets regleringsstrategier kan utvärderas och stödjas med hjälp av digitala lärmiljöer på både individ- och gruppnivå, och ger också riktlinjer för hur man kan utveckla inlärningsmekanikerna och lärarutbildningen.

Inom den grundläggande utbildningen har man också undersökt effekterna av **teknikbaserad respons** (Oinas m.fl., 2018; 2020). Resultaten tyder på att den nuvarande praxisen för teknikbaserad respons inte helt motsvarar den pedagogiska kunskapen om effektiv respons, och att den i sin nuvarande form inte nödvändigtvis är lika uppmuntrande för alla inlärare. Enligt undersökningar av Oinas m.fl. (2018; 2020) hade positiv respons i allmänhet ett samband med de högsta inlärningsresultaten och det bästa välbefinnandet. Enligt resultaten var det för det mesta inlärare med låg frånvaro som sällan behövde särskilt stöd som fick uppmuntrande respons. Pojkarna fick mest negativ respons om beteendeproblem, och största delen av inlärnarna fick endast svag uppmuntran.

I undersökningar om användningen av ViLLE-systemet som utnyttjar **automatisk bedömning** och visualisering av matematiska begrepp observerades en tydlig positiv effekt på inlärnarnas inlärningsresultat i försöksgruppen med elever i årskurs 1 (Kurvinen m.fl., 2012; 2014). Hautala m.fl. (2020) undersökte hur digital spelbaserad bedömningsteknologi används för att identifiera

lässvårigheter hos elever i årskurs 1–6. Resultaten visade att man med hjälp av spelbaserad bedömning på ett tillförlitligt sätt kan identifiera lässvårigheter, särskilt i fråga om läsflyt. Tekniken som utvecklats lämpar sig särskilt för undervisningsspel som stöder läsutvecklingen hos inlärare på olika nivåer (t.ex. Ekapeli).

4.2.4 Välbefinnande, motivation och engagemang hos inlärarna

Digitaliseringen av undervisningen är ett mångformigt fenomen, och i samband med det är det viktigt att också granska undersökningar om välbefinnande, motivation och engagemang. Ronimus m.fl. (2022) observerade att läsglädje och självförtroende främjar engagemanget och läsförståelsen hos inlärare i årskurs 1–6 i datorbaserade läsuppgifter och bedömningen av dem. De inlärare som njuter av att läsa är mer sannolikt beredda att satsa mer på att uppnå en enhetlig bild av texten, vilket i sin tur förbättrar deras läsförståelse. Hautala m.fl. (2018) forskade i naturvetenskapligt lärande med hjälp av en virtuell tutor. Grundskoleelever i årskurs 1 visade engagemang och motivation att studera med hjälp av programmet. De var också fokuserade på uppgiften och deras förståelse för naturvetenskapliga begrepp förbättrades. Största delen av inlärarna rapporterade att de njöt av kursen och att de var mer entusiastiska över naturvetenskap efter den.

Ollonen och Kangas (2024) undersökte lärarens motiverande stödstrategier för förskoleelevers lekfulla lärande av multilitteracitet och digitala färdigheter. Lärarens roll visade sig vara viktig särskilt när det gäller att lyssna på behoven, möjliggöra självständigt arbete och erbjuda hjälp vid behov. Dessa strategier stödde å sin sida inlärarnas motivation och engagemang. Strategierna omfattade att skapa ett samband med förskoleelevernas tidigare erfarenheter och intressen, att främja forskningsfärdigheterna, att stödja förskoleelevernas olika utvecklingsnivåer och att uppmuntra dem att delta i lekfullt lärande.

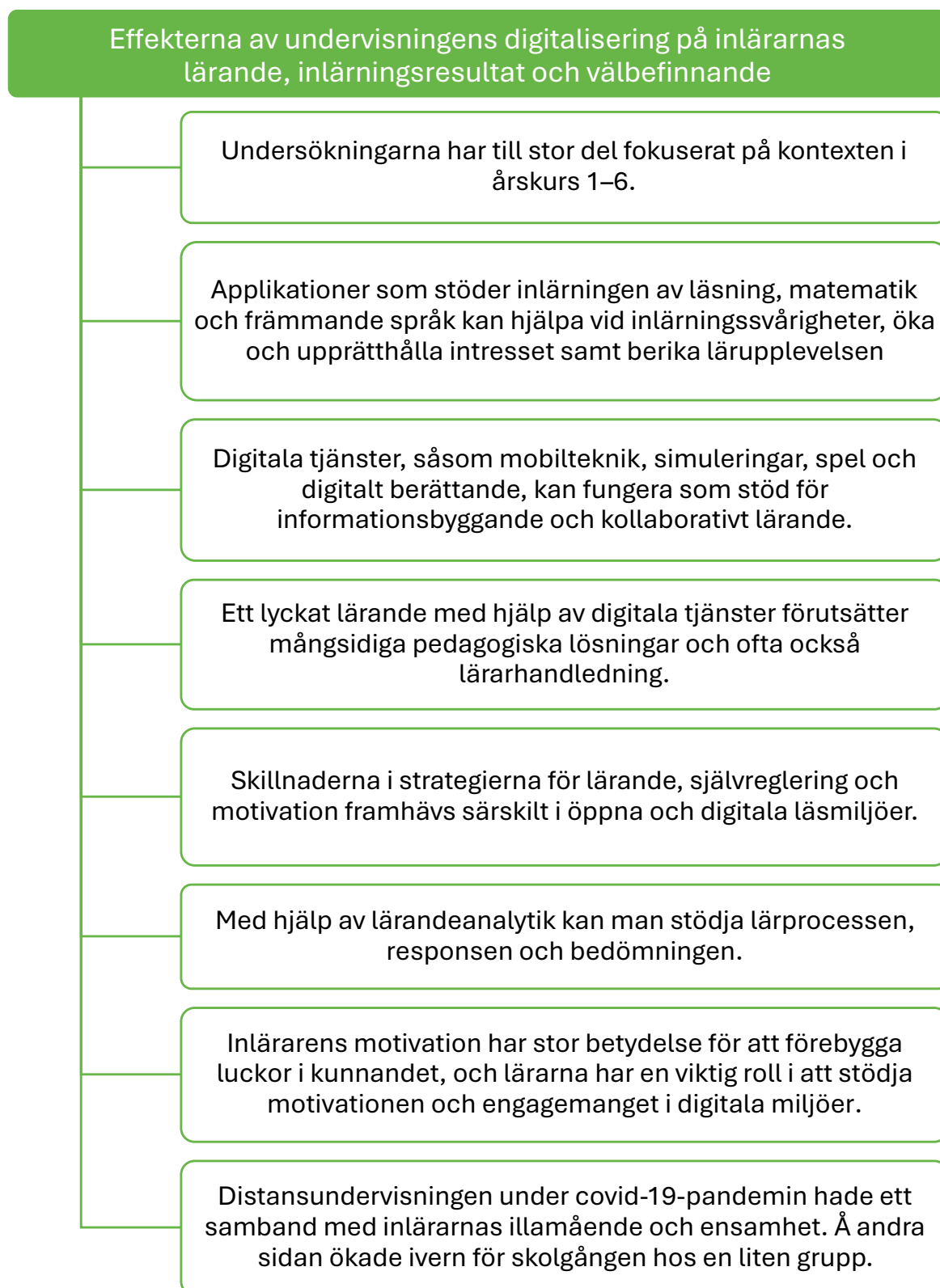
I en undersökning som granskade longitudinella relationer mellan digitalt engagemang och skolengagemang observerades att preferenser för digitalt lärande förutspådde högre skolengagemang hos inlärare i årskurs 7–9 (Hietajärvi m.fl., 2020). De inlärare som löste problem med digital teknik utanför skolan upplevde diskontinuitet mellan lärandet utanför skolan och i skolan, och rapporterade om senare svagare skolengagemang. Uppkomsten av diskontinuitet beror på flera både individuella (nivå för digitalt engagemang och skolengagemang) och kontextuella (skolornas rådande digitala pedagogiska praxis) faktorer.

Digitaliseringens effekt på välbefinnandet kan också ta sig uttryck i empati. Kumpulainen m.fl. (2021) undersökte empati som en del av det utvidgade berättandet bland elever i årskurs 1–6, vilket möjliggjorde barnens empatiska och fantasifulla undersökningar av sig själva, andra människor, material, teknik och naturen. Undersökningen visade hur empati uppstod i de improvisatoriska relationerna mellan barn, teknik, djur, växter och andra levande och livlösa system och saker, vilket framhäver vikten av att undersöka och förstå empati som ett fenomen som inte begränsar sig till individen. Unga barn kan delta i rika empatiformer i personers och icke-personers världar när de erbjuds lämpliga möjligheter, verksamhetsmiljöer och stöd.

Sammanfattning

Figur 9 visar en sammanfattning av effekterna av utbildningens digitalisering på inlärarnas lärande, inlärningsresultat och välbefinnande.

FIGUR 9. SAMMANFATTNING AV EFFEKTERNA AV UNDERVISNINGENS DIGITALISERING PÅ INLÄRARNAS LÄRANDE, INLÄRNINGSRISULTAT OCH VÄLBEFINNANDE.



4.3 Effekterna av undervisningens digitalisering på lärarnas arbete, kunnande och välbefinnande

Hur har undervisningens digitalisering påverkat lärarnas arbete, kunnande och välbefinnande? Vilka faktorer har lett till dessa effekter?

Av materialet gällde 47 publikationer lärarnas arbete, kunnande och välbefinnande. Av dessa hänförde sig 33 publikationer till lärarnas arbete, 22 publikationer till lärarnas kompetens och en publikation till lärarnas välbefinnande. Största delen av publikationerna gällde grundskolestadiet (se figur 3). I litteraturansökan hittades inga publikationer om lärarnas välbefinnande inom småbarnspedagogiken och förskoleundervisningen eller det fria bildningsarbetet. När det gäller forskningsmetoden var kvalitativ forskning den vanligaste forskningsmetoden både i fråga om lärarnas arbete och den digitala pedagogiska kompetensen (se figur 4).

4.3.1 Effekterna av undervisningens digitalisering på lärarnas arbete och digitala pedagogiska kompetens

Tanhua-Piironen m.fl. (2020) har granskat framstegen i skolornas digitalisering inom olika delområden av skolans utveckling och vardagliga aktiviteter. Deras undersökning visade att trots utvecklingen av skolornas digitala infrastruktur har lärarnas digitala pedagogiska kompetens utvecklats måttligt. Tutorverksamhet och fortbildning har dock visat sig vara betydelsefulla faktorer som har stärkt lärarnas förtroende för sina digitala pedagogiska färdigheter. I sin tidigare undersökning observerade Tanhua-Piironen m.fl. (2019) att det har skett en positiv men långsam utveckling i skolornas strategiarbete, vilket har främjat ett mer målinriktat och övergripande förhållningssätt till digitaliseringen samt beaktandet av lärarnas personliga utvecklingsmål. Låg självförmåga ökar behovet av tekniskt stöd, medan lärare med hög självförmåga behöver mindre utomstående stöd för att ta i bruk och utnyttja digitala tjänster i sitt undervisningsarbete.

På basis av litteraturöversikten har lärarnas digitala pedagogiska färdigheter och färdigheternas effekt på undervisningen, i synnerhet under pandemin, varit centrala forskningsobjekt (Korhonen m.fl., 2021; Mankki, 2021). I undersökningarna har man bland annat observerat att lärarnas yrkesmässiga aktörskap och arbetsplatsens sociala och kulturella förhållanden påverkar hur lärarnas digitala pedagogiska kompetens utvecklas (Piispa-Hakala m.fl., 2023). Enligt forskningsrönen spelar lärarnas egna föreställningar, erfarenheter, pedagogiska orientering och omgivande influenser en viktig roll i användningen av digitala tjänster i undervisningen. Som helhet har man observerat att den digitala samhällsutvecklingen utmanar lärarna på tre nivåer: i att utveckla sin egen digitala kompetens och digitala pedagogiska kompetens samt i att stödja inlärnas digitala kompetens. Kreativ, kritisk och ansvarsfull digital kompetens är central i lärarnas arbetsbeskrivningar och arbetsuppgifter.

I Pesonens och Valkonens (2023) undersökning granskades personalens motiveringar för valet av kommersiella och icke-kommersiella digitala applikationer, licensierade program och färdiga läromedel inom småbarnspedagogiken. Enligt resultaten anser lärarna inom småbarnspedagogiken att digital kunskap och tekniska färdigheter är ett kännetecken för en modern lärare. Diskursen gällande "modernt" och "gammalmodigt" bland anställda inom småbarnspedagogiken påverkar deras uppfattning om sin yrkeskunskap.

I denna forskningsöversikt lyfter vi också fram ett kompetensområde som behandlar lärarnas uppfattningar och färdigheter att undervisa i datalogiskt tänkande. Enligt översikten har undervisningen i datalogiskt tänkande och dess integrering i läroplanen, särskilt i samband med

matematiskt innehåll, vuxit som forskningsområde. Korhonen m.fl. (2022) undersökning visade att det förekommer stora variationer i lärarnas inställning till att inkludera programmering i läroplanen: en del förhåller sig väldigt negativt till det, medan andra ser positiva faktorer i det. Undersökningen ICILS2023 (Fagerlund m.fl., 2024) lyfte fram att endast ett fåtal lärare upplevde att de hade tillräckliga färdigheter för att stödja inlärnas datalogiska tänkande. Partanen m.fl. (2017) granskade lärarnas vilja att lära sig datalogiskt tänkande och upptäckte att lärarna i fortbildningen särskilt uppskattar de pedagogiska aspekterna av programmering.

Pörn m.fl. (2021) upptäckte att lärarna i årskurs 1–6 behöver stöd och utbildning för att sambandet mellan matematiskt innehåll och programmering ska bli tydligare. Dessutom konstaterade Fagerlund m.fl. (2022; 2024) att integreringen av datalogiskt tänkande i olika skolämnen har varit mycket liten. Aktiviteten i undervisningen i datalogiskt tänkande varierar mellan lärarna: lärare som har tidigare erfarenhet av att undervisa i programmering eller som undervisar i matematiska ämnen är mer sannolikt aktiva i undervisningen i datalogiskt tänkande än andra lärare. Dessutom är aktivitet särskilt vanligt bland manliga lärare.

Fagerlund m.fl. (2022) undersökte också finländska lärares och inlärares programmeringsmotivation samt dess roll i undervisningen och lärandet av datalogiskt tänkande. Enligt resultaten har inte integreringen av datalogiskt tänkande i problemlösningen i olika läroämnen etablerat sig systematiskt i de finländska grundskolorna. Även enligt den senaste ICILS-undersökningen har skillnaderna mellan inlärnas i fråga om kompetensen i datalogiskt tänkande ökat mellan 2018 och 2023 (Fagerlund m.fl., 2024). Lärarnas programmeringsmotivation har däremot konstaterats ha ett svagt positivt samband med deras betoning av undervisning i datalogiskt tänkande och inlärnas kompetens, vilket är viktigt att beakta i lärarutbildningen och den pedagogiska planeringen. Även Kruskopf m.fl. (2023) betonar att det krävs personlig kompetens och självförmåga av lärarna för att de ska kunna stödja inlärnas i lärandet av datalogiskt tänkande vad gäller förståelsen för algoritmer. Utifrån resultaten av forskning på olika utbildningsstadier behöver lärarna mer stöd för att utveckla inte bara den digitala interaktionen i vardagen, utan också förståelsen av algoritmer. Denna kompetens är fortfarande sällsynt och könsbunden bland finländska lärare.

4.3.2 Effekterna av undervisningens digitalisering på lärarnas välbefinnande

Digitaliseringen av samhället har påskyndat ibrukttagandet av digital teknik i undervisningen. Ökad användning av digital teknik i undervisningen kan medföra utmaningar eller erbjuda stöd för lärarnas välbefinnande. I Syvänenens m.fl. (2016) undersökning granskades lärarnas upplevda teknikstress. Materialet samlades in med en OPEKA-självutvärderingsenkät (n = 2 741 lärare). Resultaten visade att ämneslärarna upplevde mindre teknikstress än klasslärarna, de kvinnliga lärarna var mer stressade än de manliga lärarna, och lärarna med 16–30 års arbetserfarenhet rapporterade mer stress än de som hade mindre än 16 års erfarenhet. De viktigaste faktorerna som förutspådde mindre teknikstress var lärarnas digitala kompetens, enhetligheten mellan undervisningsstilen och användningen av teknik i undervisningen, stödet som skolan erbjuder samt attityderna till användningen av teknik i undervisningen.

Oinas och Hotulainens (2018) undersökning som grundar sig på DigiVoo-projektet har granskat sambandet mellan teknikbaserad respons och lärarnas upplevda välbefinnande. Lärarnas erfarenheter av teknikbaserad respons lyfter fram både utmaningar och möjligheter. Att hela tiden ge respons och dokumentera problem kan vara stressande för lärarna och påverka deras emotionella välbefinnande. I synnerhet i inkluderande undervisning upplever lärarna att detaljerad respons och dokumentationen av pedagogiska åtgärder ökar arbetsmängden. Dessutom behöver lärarna mer utbildning och stöd för att effektivt använda teknikbaserad respons samt för att beakta inlärare

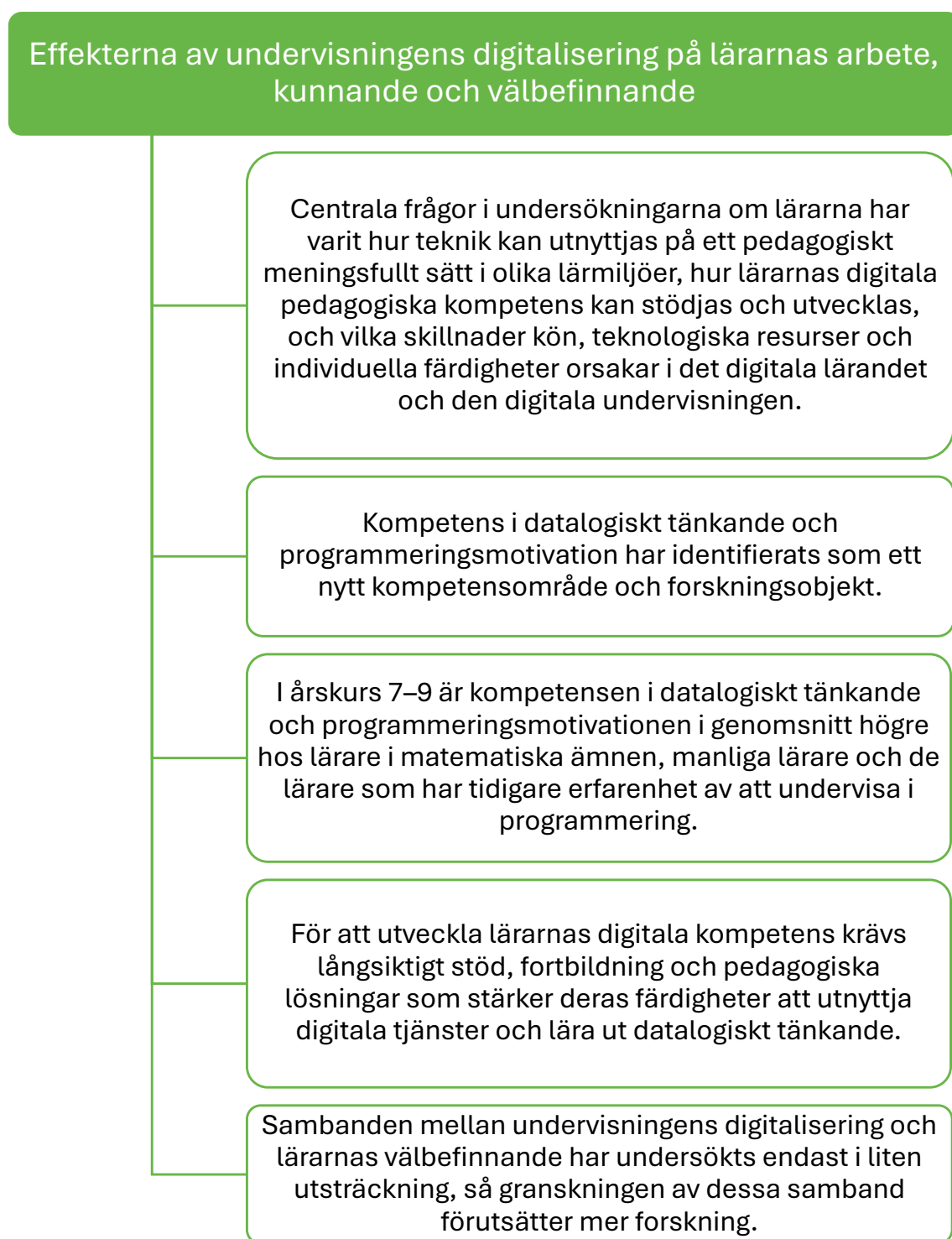
som behöver särskilt stöd. Undersökningen visar också att sättet att ge respons kan ha en betydande positiv eller negativ inverkan på förhållandet mellan läraren och inläraren beroende på hur inlärarna upplever responsen de får. I sin helhet betonar undersökningen vikten av att utveckla lärarnas stödsystem och utbildning för att teknikbaserad respons ska kunna integreras smidigt och effektivt i undervisningspraxisen.

Sambanden mellan undervisningens digitalisering och lärarnas välbefinnande har hittills undersökts i liten utsträckning även på internationell nivå. Till exempel identifierade den systematiska litteraturoversikten gjord av Fernández-Batanero m.fl. (2021) endast 16 undersökningar i anslutning till ämnet. De viktigaste observationerna visar att lärarna upplever mycket ångest eller stress när de använder digitala tjänster i sin undervisning. I slutsatserna betonas behovet av att undersöka olika strategier för att förebygga uppkomsten av dessa ångest- och stressymtom hos lärarna. I undersökningen observerades också flera begränsningar, såsom bristen på litteratur inom området samt teknikanvändningens och de relaterade utmaningarnas föränderliga natur. Dessutom varierar lärarnas digitala kompetensnivå och tillgången till resurser avsevärt geografiskt och på olika utbildningsstadier, vilket försvårar jämförelsen. I undersökningen gjord av Fernández-Batanero m.fl. (2021) betonades att lärarnas stress och ångest över teknikanvändningen har ökat med tiden, och att även orosmomenten ständigt förändras.

Sammanfattning

Figur 10 visar en sammanfattning av effekterna av utbildningens digitalisering på lärarnas arbete, kunnande och välbefinnande.

FIGUR 10. SAMMANFATTNING AV EFFEKTERNA AV UNDERVISNINGENS DIGITALISERING PÅ LÄRARNAS ARBETE, KUNNANDE OCH VÄLBEFINNANDE.



4.4 Pedagogisk praxis som utnyttjar digitalisering

Hurdan god pedagogisk praxis som utnyttjar digitaliseringen har identifierats? Vilka faktorer består god praxis av?

Totalt 113 av publikationerna behandlade pedagogisk praxis som utnyttjar digitalisering. Den vanligaste forskningsmetoden var kvalitativ forskning (se figur 4). Den vanligaste metoden för materialinsamling var en enkät, men till skillnad från forskningspublikationer om inlärare och lärare användes även andra materialinsamlingsmetoder i stor utsträckning i undersökningar som behandlade undervisning och pedagogisk praxis (se figur 5). Den pedagogiska praxis som identifierats i materialet delades in i tre kategorier: (1) kreativt och funktionellt lärande, (2) kollaborativt och undersökande lärande och (3) projektbaserat lärande.

4.4.1 Kreativt och funktionellt lärande

Verkstads- och makerspace-miljöer erbjuder möjligheter till kreativt och funktionellt lärande. Makerspace-miljöerna är öppna lokaler för gemensam utveckling vars syfte är att möjliggöra pedagogik för att skapa och uppfinna med olika digitala tjänster och apparater (t.ex. 3D-skrivare, robotik) och material (textilier, hobbymaterial). Makerspace-miljöer har utnyttjats bland annat för att utveckla inlärarnas färdigheter för 2000-talet, såsom datalogiskt tänkande, kreativitet och samarbetsfärdigheter. I makerspace-miljöer sker lärandet ofta via flera kanaler och sociomateriellt, vilket Riikonen m.fl. (2020) visar med hjälp av Making-Process-Rug-analysen. Iwata m.fl. (2020) betonar vikten av digital tillverkning och stödformer för lärande med beaktande av de mångfaceterade kraven i läroprocessen och betydelsen av samarbete mellan lärarna. Detta stöder Riikonens m.fl. (2020) observationer om de pedagogiska verksamhetsmiljöernas betydelse i sjundeklassares gemensamma projekt. Sormunen m.fl. (2020) lyfter fram nyttan av reflekterande samtal och kamrattutorverksamhet för att stödja inlärarnas samarbetsfärdigheter och deltagande. Undersökningarna betonar också betydelsen av material och iterativ processning i komplicerade planeringsuppgifter samt stärkandet av de tekniska färdigheterna och grupparbetsfärdigheterna, såsom Vuopala m.fl. (2020) observerade i maker-projekten i årskurs 1–6.

Att utveckla innovativa färdigheter är centralt i makerspace-verksamheten, och en lyckad innovation förutsätter aktivt deltagande, ledarskap och effektiv arbetsfördelning. Sinervo m.fl. (2021) och Leskinen m.fl. (2023) visar att utvecklandet av kreativa idéer och kritisk utvärdering är avgörande för att hitta bättre lösningar. Kangas m.fl. (2013) samt Jaatinen och Lindfors (2019) betonar vikten av att lärarna och facilitatorerna samarbetar för att erbjuda pedagogiskt och tekniskt stöd så att inlärarna kan möta komplicerade inlärningsutmaningar. Makerspace-miljöerna kan främja innovativt lärande när de stöds av ändamålsenliga lokaler, verktyg och metoder. På basis av dessa undersökningar är utvecklandet av reflekterande samtal, kamrattutorverksamhet och lärarsamarbete lovande pedagogisk praxis som kan stärka makerspace-miljöernas potential att främja lärande, samarbete och innovationer.

Enligt undersökningen av Kangas m.fl. (2022) skulle STEAM-undervisning (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics), uppfinningspedagogik och kreativ användning av olika tekniker kunna gynnas av ett fokuserat, men inte för begränsat perspektiv, där tvärvetenskapliga och branschövergripande studiehelheter står i centrum. Deras undersökning gällde inlärare i förskoleåldern och årskurs 1–6 som använde teknik som stöd för pyssel, skisser, planering, dokumentering, delning och programmering. Resultaten av nätverksanalysen avslöjade tre olika sätt att genomföra STEAM-undervisning: maker-orientering, kompetensorientering och digital orientering.

I maker-orienteringen ligger tyngdpunkten på tvärvetenskapliga projekt och lärområden där olika uttrycksformer samt sambanden mellan att arbeta med händerna och digital produktion betonas. Kompetensorienteringen betonar å sin sida mångsidig kompetens, observation av planeringselement och delning av produkterna till vuxna. Ett särdrag för den digitala orienteringen är betoningen på digital kompetens, som dock är ganska snävt inriktad på programmering av enkla robotar och datalogiskt tänkande i exempelundersökningarna.

Metoder för **digitalt berättande** (Byman m.fl., 2022; Niemi & Multisilta, 2016; Niemi m.fl., 2018; Penttilä m.fl., 2016) har visat sig vara effektiva för att stödja inlärnarnas kreativa och funktionella lärande samt utveckla färdigheter för 2000-talet, såsom socioemotionella färdigheter. Digitalt berättande hjälper också att koppla lärandet till vardagliga upplevelser och behandla komplicerade globala frågor, såsom klimatförändringen. Undersökningen gjord av Niemi m.fl. (2018) visade att metoden styrde inlärnarna till aktivt kollaborativt lärande. Inlärnarna lärde sig att arbeta i grupp för att producera nya idéer och utvecklade till exempel förutom sina färdigheter i matematik även förståelsen för hur matematik är kopplad till det dagliga livet. Resultaten visar att digitalt berättande också uppmuntrade inlärnarna att tillämpa ny teknik i lärandet.

Spelifierat lärande och speldesign. Att delta i speldesign kan möjliggöra lärande på inlärnarnas eget initiativ som utgår från deras egna intressen. I spelbaserat lärande ses barn som aktiva aktörer som kritiskt kan bedöma det digitala innehållet, vilket också stöder utvecklandet av spelläskunnigheten. Resultaten från Laakso m.fl. (2021) visade att speldesign kan förbinda studerandegrupperna till kontinuerliga gemensamma ansträngningar för att skapa gemensamma digitala produkter. Deras ansträngningar omfattade mycket ömsesidigt stöd och utbyte av kunskaper. Speldesignsprojektet främjade ett inofficiellt, intressebaserat, socio-digitalt deltagande, inspirerade till engagemang i lärandet och förbättrade på så sätt tillvägagångssätten inom skolarbetet.

4.4.2 Kollaborativt och undersökande lärande

Kollaborativt och undersökande lärande erbjuder möjligheter till mångsidigt samarbete och utveckling av argumentationsfärdigheter. I en undersökning av Laru m.fl. (2012) främjade användningen av en mobilapparat interaktionsformerna inom gemensamt undersökande lärande. För att åstadkomma ett lyckat kollaborativt och undersökande lärande krävs dock tekniskt och pedagogiskt stöd.

Nätverk för kamrattstöd. Niskala m.fl. (2023) granskade i sina undersökningar akademiska kamrattstödsnätverk för femteklassare. Undersökningen visade att aktiva hjälpare hade mer omfattande sociala nätverk och deltog mer i digitalt lärande och socialt nätverkande. Aktiva hjälpare rapporterade om ett högre digitalt engagemang och en starkare vilja att utföra digitalt skolarbete jämfört med passiva hjälpare. Oikarinen m.fl. (2022) undersökte med hjälp av videomaterial samarbetet mellan inlärnarna inom den ömsesidiga, teknikstödda kamrathandledningen i lärandet i matematik. De inlärare som fick ömsesidig kamrathandledning uppvisade aktiv matematisk och digital kommunikation. Ömsesidig kamrathandledning stödde inlärnarnas reflektion, matematiska idéer och gemensamma problemlösning.

4.4.3 Projektbaserat lärande

Projektbaserat arbete grundar sig ofta på vardagliga kontexter och företeelser, utnyttjar branschövergripande och teknologiska perspektiv samt utvecklar akademiska färdigheter och mångsidigt utnyttjande av kunskap. Fenomenbaserat och projektbaserat lärande kan också öka skoltrivseln. Ett av de senaste årens mest aktuella forskningsämnen i anslutning till digitalt lärande har varit

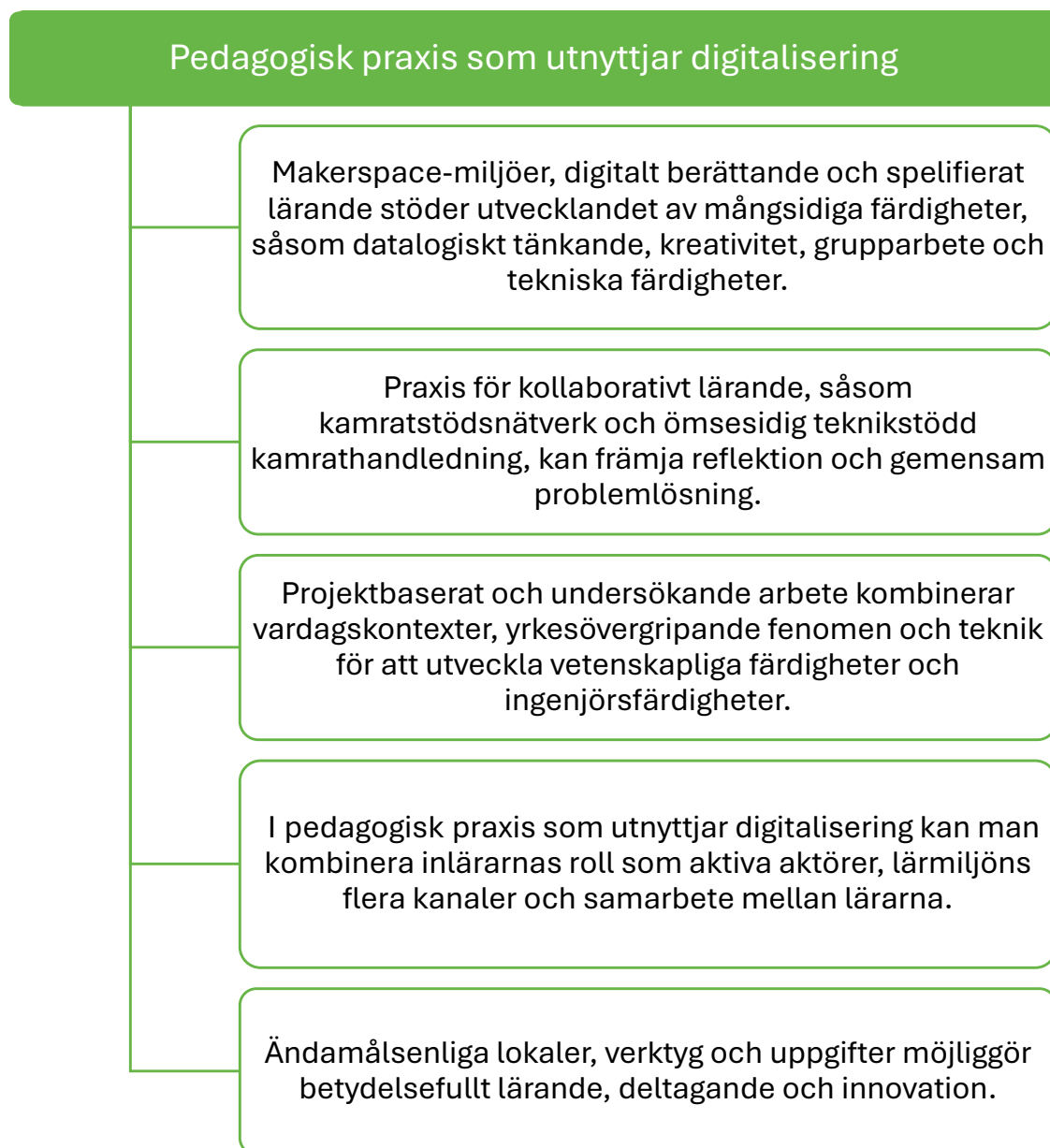
forskning i datalogiskt eller algoritmiskt tänkande. Fagerlund m.fl. (2020) utvärderar det datalogiska tänkandet hos fjärdeklassare genom Scratch-programmeringsprojekt. Projekten uttryckte datalogiskt tänkande på ett mångsidigt sätt, och inlärarna mötte olika delområden inom datalogiskt tänkande i sina projekt. Som pedagogisk praxis för att stödja inläringen av datalogiskt tänkande behövs mångsidiga programmeringsuppgifter samt omfattande integrering i olika läroämnen.

AI-projekt med inlärare. Vartiainen m.fl. (2023) har lyft fram potentialen för användning av artificiell intelligens och maskininläring i undervisningen för att utveckla inlärnarnas tekniska färdigheter och dataaktörskap. De har observerat att AI-projekt, såsom AI-applikationer som inlärare i förskoleåldern själva designar, förbättrar den begreppsliga förståelsen för artificiell intelligens och främjar kritiskt tänkande särskilt med tanke på de etiska aspekterna av teknologi för artificiell intelligens (Vartiainen m.fl., 2020). Dessutom har undersökningar visat att workshoppar som baserar sig på kollaborativ planering med lärare och inlärare stöder integreringen av artificiell intelligens i undervisningen så att inlärarna lär sig att förstå betydelsen av data och algoritmer i beslutsfattandet (Vartiainen m.fl., 2021). AI-projekten som genomförts under lektionerna har visat att inlärarna kan tillägna sig komplicerade begrepp när de erbjuds en aktiv roll i lärandet och ges möjlighet att själva pröva på tekniken (Vartiainen m.fl., 2023). Dessa observationer betonar vikten av pedagogiska lösningar när man utnyttjar artificiell intelligens för att utveckla inlärnarnas färdigheter och kritiska tänkande.

Sammanfattning

Figur 11 presenterar en sammanfattning av den pedagogiska praxis som utnyttjar digitalisering.

FIGUR 11. SAMMANFATTNING AV PEDAGOGISK PRAXIS SOM UTNYTTJAR DIGITALISERING.



4.5 Utveckling av lärmiljöer och digitala tjänster som används i undervisningen

Hur borde lärmiljöerna och de digitala tjänster som används i undervisningen utvecklas?

Totalt 41 publikationer behandlade utvecklingen av lärmiljöer och digitala tjänster, men avsnittet är starkt sammanflätat med rapportens övriga delområden. Utvecklingen av lärmiljöerna och de digitala tjänster som används i undervisningen förutsätter att tekniken och den pedagogiska praxisen samordnas och utvecklas tillsammans på ett intensivt sätt. Hilli (2020) betonar att virtuella lärmiljöer kan stödja samverkan mellan inlärnarna och den formativa bedömningen, men för att utnyttja dem effektivt krävs digitala färdigheter, infrastruktur och stöd för ledningen. Laine och Nygren (2016) presenterar begreppen aktiv och passiv integrering av teknik, som bidrar till att förtydliga teknikens roll i lärprocessen. Aktiv integrering gör tekniken till en del av lärprocessen, medan passiv integrering erbjuder obemärkt stöd för lärandet. Dessa begrepp kan styra planeringen, ibruktagandet och utvärderingen av lärmiljön så att den bättre motsvarar inlärnarnas behov.

Det är viktigt att utveckla lärarnas och inlärnarnas digitala färdigheter för att effektivt använda och även utveckla lärmiljöerna. Lehtinen m.fl. (2016) konstaterar att man i lärarutbildningen borde stärka den tekniska kompetensen särskilt för att möjliggöra användningen av simuleringar och andra innovativa verksamhetsmiljöer. Saastamoinen m.fl. (2022) lyfter också fram att inlärningsmiljöer som stöder välbefinnandet, såsom EEG-biosensorer, kan förbättra inlärnarnas motivation och lärupplevelse då de får respons på sitt eget lärande.

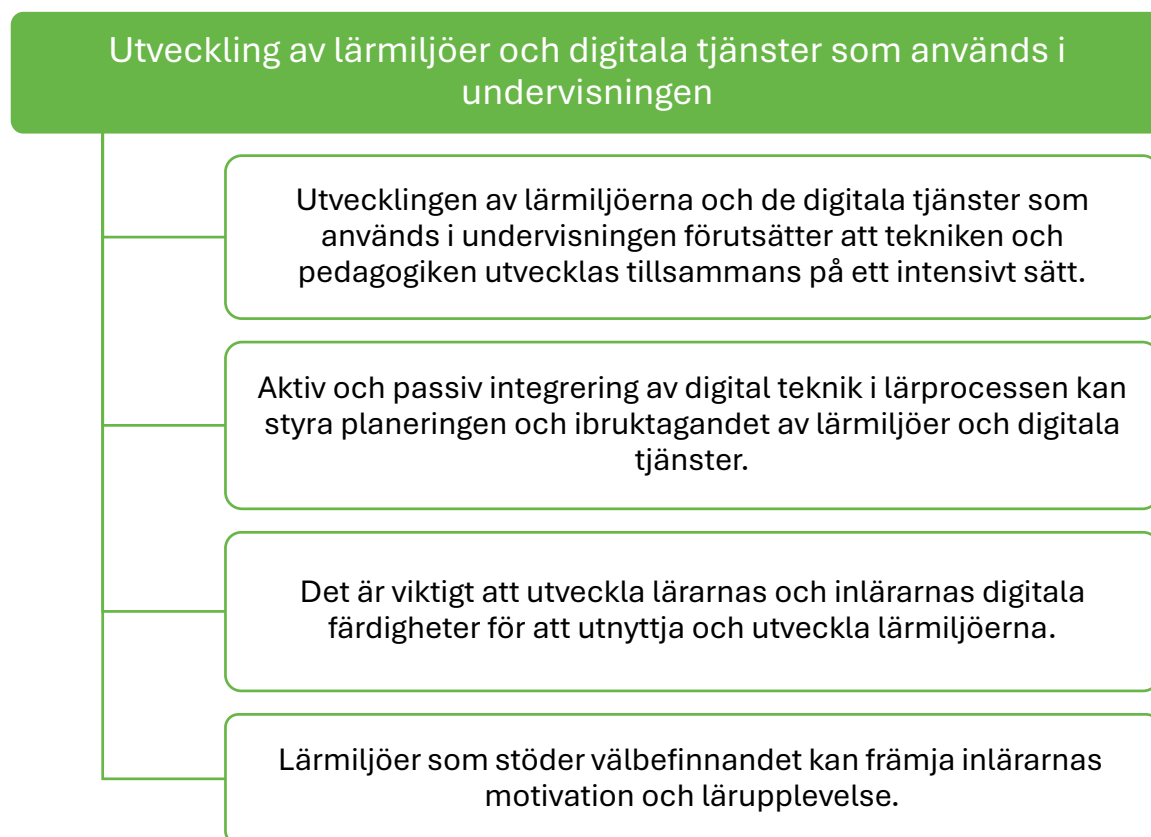
Undersökningen gjord av Hofslundsengen m.fl. (2020) om lärmiljöer inom småbarnspedagogiken visar att även om de fysiska miljöerna betonar traditionell litteratur, stöder de knappt alls digital och flerspråkig läskunnighet. Detta tyder på ett behov av att utveckla lärmiljöer som på ett mångsidigare sätt stöder barnens välbefinnande och olika inlärningsbehov, såsom kompetens i digital läskunnighet och flerspråkighet. Sådana miljöer kan förbättra kvaliteten på lärandet och erbjuda flexibla sätt att stödja barnens individuella inlärningsbehov.

Marttila m.fl. (2023) integrerar VERP-programmet (Video Enhanced Reflective Practice) i en webb-studiemodul för lärarstuderande inom småbarnspedagogiken. Enligt undersökningen förbättrade denna digitala tjänst, som innehåller föreläsningar, multimediamaterial och övningar om barns språkutveckling och interaktionen mellan lärare och barn som baserar sig på forskningsrön, de finländska lärarstuderandenas interaktions- och relationskompetens inom småbarnspedagogiken.

Sammanfattning

Figur 12 visar en sammanfattning av utvecklingen av lärmiljöer och digitala tjänster som används i undervisningen.

FIGUR 12. SAMMANFATTNING AV UTVECKLINGEN AV LÄRMILJÖER OCH DIGITALA TJÄNSTER SOM ANVÄNDS I UNDERVISNINGEN.



5 SLUTSATSER

5.1 Sammanfattning av resultaten

Utifrån denna översikt och tidigare forskningsresultat kan man dra slutsatsen att trots de utbildningspolitiska riktlinjerna, utvecklingen av den digitala infrastrukturen och tillgången till digitala apparater är användningen av digitala tjänster i undervisningen fortfarande förknippad med många utmaningar (Fagerlund m.fl., 2024; Näykki & Häkkinen, 2023; Tanhua-Piiroinen m.fl., 2020). Litteraturoversikten presenterade i stor utsträckning olika experiment inom digitalt lärande och digital undervisning, och de centrala resultaten sammanfattas i tabell 3. En central oro kan dock anses vara att det fortfarande verkar vara en utmaning att få god praxis att etableras i stor omfattning. Undersökningen har också väckt oro för att de finländska ungdomarna tillägnar sig största delen av sin digitala kompetens utanför skolan (Fagerlund m.fl., 2024), vilket ökar ojämlikheten på grund av socioekonomisk bakgrund och skapar risker för oreglerad användning av digital teknik på fritiden (Leino m.fl., 2019).

Centrala principer för användningen av digitala tjänster i undervisningen borde vara stöd för grundläggande färdigheter, förstående lärande och betydelsefull interaktion (Järvelä m.fl., 2023). Enligt undersökningen ICILS2023 var användningssätten för digital undervisning i årskurs 7–9 i Finland dock mycket ensidiga, och till exempel används sällan intelligenta verktyg för att modellera och undersöka komplicerade fenomen och förbindelser till exempel genom simuleringar (Fagerlund m.fl., 2024). Framtidens arbetsuppgifter förutsätter också socialt delad kompetens och problemlösning. Undersökningarna visar att social interaktion och kollaborativ teknik i bästa fall stödja problemlösningen och processen för att bygga upp kunskap (Häkkinen m.fl., 2017). I finländska skolor utnyttjas tekniken dock i mycket liten utsträckning på sätt som aktiverar tänkandet, undersöker och främjar kollaborativt lärande (Leino m.fl., 2019; Vainikainen m.fl., 2022).

TABELL 3. FORSKNINGSÖVERSIKTENS CENTRALA RESULTAT.

Undersökningens delområde	Centrala resultat
Lägesbild	
Inlärarnas kompetens	I internationella jämförelser är de finländska ungdomarnas kompetens (åk 8) i digital multilitteracitet och datalogiskt tänkande på en god nivå, men trenden är negativ och kompetensskillnaderna mellan individer ökar.
Lärarnas kompetens	- Lärarnas betoning på ovannämnda innehåll har minskat. - Fastän olika stödresurser har utvecklats finns det fortfarande utmaningar med koppling till bristen på systematiskt stöd för lärarna och möjligheterna till fortbildning.
Nuläget för digitaliseringen av undervisningen	- Särskilt i årskurs 7–9 är användningen av digitala verktyg för inlärningsändamål liten och ensidig, och integreringen i aktiverande pedagogik är liten. - Covid-19-pandemins distansundervisning var kopplad till försämrade inlärningsresultat. Å andra sidan kunde en högklassig och systematisk distansundervisning också förbättra inlärningsresultaten. - Sätten att genomföra distansundervisningen var varierande och upplevelserna individuella.
Effekter	
På inlärarnas lärande	- Digitala tjänster som riktar sig till att öva på grundläggande färdigheter (t.ex. matematik, läsning) hade positiva effekter särskilt på de inlärares lärande som presterade sämre. - Särskilt årskurs 1–6 omfattades av många enskilda undersökningar om att bygga upp kunskap till exempel med hjälp av mobilteknik, simulationer, spel eller digitalt berättande. - Lärandeanalytik kan hjälpa med att stödja lärprocessen och ge respons samt i bedömningen. - En förutsättning för framgång är att man planerar ändamålsenliga pedagogiska lösningar och utvecklar färdigheterna i lärande. - Även om tyngdpunkten i enskilda undersökningar ligger på årskurs 1–6, saknas en helhetsbild av situationen i årskurs 1–6.
På inlärarnas välbefinnande	- Digitala tjänster har positiva effekter särskilt när det gäller att öka intresset och berika upplevelserna hos inlärare som presterar sämre. - Inlärarnas engagemang är kopplat till deras inställning till digitalt lärande. - Läraren har en viktig roll i att stödja motivationen och engagemanget i digitala miljöer. - Distansundervisningen under covid-19-pandemin hade ett samband med inlärarnas illamående och ensamhet. Å andra sidan ökade iveren för skolgången hos en liten grupp. - Motivationen är viktig för att förebygga luckor i kunskan.
På lärarnas arbete	- Det finns skillnader mellan lärarna i hur de genomför den digitala undervisningen. Skillnaderna har förklarats bland annat med kön, tekniska resurser och individuella färdigheter. - Datalogiskt tänkande och programmeringsmotivation är framväxande kompetensområden och forskningsobjekt. - Lärare med tidigare erfarenhet av programmeringsundervisning, lärare i matematiska ämnen och manliga lärare har i genomsnitt högre kompetens inom datalogiskt tänkande. - För att utveckla lärarnas digitala pedagogiska kompetens krävs långsiktigt stöd och fortbildning.
På lärarnas välbefinnande	- Sambandet mellan undervisningens digitalisering och lärarnas välbefinnande har endast undersökts i liten utsträckning både nationellt och internationellt. - Belastningen i lärarnas arbete ökade, utbrändheten ökade och arbetsmotivationen minskade under covid-19-pandemin. Å andra sidan ökade vissa lärares arbetsiver.
Pedagogisk praxis	- Kreativt och funktionellt lärande, kollektivt och undersökande lärande samt projektbaserat lärande betonar: - Aktivt deltagande av inlärarna - Samarbete mellan grupper av inlärare - Betydelsen av reflektion - Makerspace-miljöer, digitalt berättande och spelifierat lärande är exempel på innovativa pedagogiska lösningar.
Digitala miljöer och tjänster	- Möjligheterna i digitala lärmiljöer och tjänster erbjuder metoder för att stödja lärandet. - En lyckad användning kräver noggrann planering, stöd och resurser. - Tekniken ska vara lätt att använda och flexibel så att den stöder lärandet på ett smidigt sätt. - Det är viktigt att balansera tekniska, pedagogiska och mänskliga faktorer. - Samarbete och nätverkande på olika nivåer kan förbättra planeringen och genomförandet av digitala miljöer och tjänster.

5.2 Vad fokuserade undersökningen på och vad borde den riktas till?

Litteraturöversikten visar att man i den finländska kontexten har genomfört lite egentlig effekt-forskning och att den har inriktats på enskilda läroämnen (t.ex. matematik, läsning). Resultaten av dessa undersökningar är också delvis motstridiga. De motstridiga resultaten förklaras åtminstone delvis av att forskningen har genomförts i olika åldersgrupper och med hjälp av olika digitala tjänster och inlärningsuppgifter. Med andra ord är antalet undersökningar och deras enhetlighet ännu inte tillräckligt omfattande för att det ska vara möjligt att göra en heltäckande jämförelse av undersökningsresultaten.

Som en särskild lucka i forskningen kan man lyfta fram granskningen av digitaliseringens effekter på både inlärnas och lärarnas välbefinnande. I synnerhet i fråga om lärarnas välbefinnande begränsades undersökningen främst till utmaningarna orsakade av distansundervisningen under covid-19-pandemin. Det behövs alltså mer flerdimensionell forskning som granskar relationerna mellan digitaliseringen och välbefinnandet. I sådana undersökningar är det viktigt att granska både eventuella utmaningar för välbefinnandet som digitaliseringen medför och faktorer som potentiellt kan stödja både lärarnas och inlärnas välbefinnande. Det forskningsområde som sannolikt kommer att växa inom den närmaste framtiden är forskning i användning av artificiell intelligens i undervisningen, inklusive forskning i dataaktörskap och förståelse för algoritmer. Utöver forskningen om lärande och artificiell intelligens borde även forskningen om mediefostran ha mycket att ge detta område.

Tyngdpunkten i de empiriska undersökningarna i litteraturöversikten låg på undersökningar riktade till årskurs 1–6, men å andra sidan riktades undersökningarna som skapade en helhetsbild av digitaliseringen av undervisningen (ICILS2023, DigiVOO) till årskurs 7–9. Därför är det svårt att dra klara slutsatser om forskningens effekt. I kontexten för årskurs 1–6 har man särskilt genomfört forskning om övningar i grundläggande färdigheter samt kollaborativt skapande av kunskap och färdigheter i lärande, men informationen om hur forskningsrönen sprids till skolornas bruk i större omfattning och god praxis etableras är fortfarande gles. När det gäller årskurs 7–9 är det sällsynt att digitala tjänster utnyttjas i inlärnings syfte som ett verktyg för aktiverande pedagogik i finländska skolor (Fagerlund m.fl., 2024; Oinas & Vainikainen, 2024). Det behövs en liknande lägesbild av situationen i årskurs 1–6 och inom småbarnspedagogiken som för årskurs 7–9.

Forskningen inom **småbarnspedagogiken** gällde i huvudsak **förskoleundervisningen**, till exempel inlärnings spel som används för att öva grundläggande färdigheter (Aunio & Mononen, 2017; Richardson & Lyytinen, 2014; Puolakanaho & Latvala, 2017), undersökande lärande med hjälp av digitala tjänster (Vartiainen m.fl., 2019), AI-läskunnighet och kritiskt tänkande inom AI-projekt (Vartiainen m.fl., 2020), möjligheter till smarta leksaker och lekfullt lärande (Heljakka & Isomäki, 2018), videospel för näringsutbildning (Vepsäläinen m.fl., 2022), inlärnas färdigheter i att använda digitala redskap (Nurmilaakso, 2015), lärarnas uppfattningar, attityder och känslor om programmeringsundervisningen (Korhonen m.fl., 2022), personalens digitala kompetens inom småbarnspedagogiken (Pesonen & Valkonen, 2023) och webbstudier för lärarstuderande inom småbarnspedagogiken (Marttila m.fl., 2023).

Inom det **fria bildningsarbetet** hittades särskilt lite forskning, trots att vi i denna forskningsöversikt använde en bredare tolkning av det fria bildningsarbetet än vanligt, som utbildning i anslutning till livslångt lärande och aktivt medborgarskap. Undersökningarna inom området gällde bland annat fördelarna med digitala utbildningstillfällen för äldre inlärare (Pihlainen m.fl., 2021), digitala

tjänsters roll i språk- och läskunnighetsutbildningen för vuxna invandrare under COVID-19-pandemin (Malessa, 2023) och vuxna inlärares digitala kompetens i problemlösningssituationer (Mannonen m.fl., 2024; Nwakasi m.fl., 2019).

Det digitala lärandets och den digitala undervisningens hela verklighet och innovationer förmedlas naturligtvis inte enbart genom de artiklar som granskas i litteraturöversikten. Många exempel utelämnas eftersom det inte finns några empiriska forskningsrön om dem. Av materialet framgår behovet av mångsidiga forskningsmetoder och möjligheter att granska verkliga undervisnings- och inläringssituationer. På så sätt skulle man få mer kunskap om den undervisningspraxis som de digitala tjänsterna erbjuder. Det är viktigt att undersöka hurdan pedagogisk verksamhet lärarna tillämpar i dessa situationer samt hur inlärarna agerar i dem ensamma, tillsammans och med stöd av teknik. Dessutom bör man granska hur olika inlärare – med beaktande av deras digitala kompetens och tekniska användarprofil – utnyttjar möjligheterna med digitalt lärande. Samtidigt är det viktigt att identifiera de utmaningar som kan vara förknippad med deras verksamhet och utreda hur lärandet kan stödjas bättre i dessa situationer. Ett särskilt aktuellt ämnesområde är också sambandet mellan barns och ungas användning av digitala apparater på fritiden och skolans digitalisering, samt vilket samband dessa har med gemensamt lärande och välbefinnande.

Största delen av undersökningarna i denna översikt representerade vetenskapsområdena pedagogiska vetenskaper och psykologi och inkluderade enkätundersökningar, fallstudier med flera metoder, kvalitativt intervju- och videomaterial och kvasiexperimentell forskning. Som stöd för det kunskapsbaserade beslutsfattandet behövs fler randomiserade experiment och uppföljningsstudier av möjligheterna och utmaningarna med digitalt lärande och digital undervisning.

6 REFLEKTIONER

Digitaliseringen av undervisningen är ett flerdimensionellt forskningsobjekt. När man granskar effekterna av undervisningens digitalisering är det väsentligt hur och till vad de digitala miljöerna och verktygen används. Tekniken i sig löser inte problemen med lärandet, liksom den inte heller orsakar biverkningar, utan dess effekt är alltid indirekt och står i relation till pedagogisk praxis. I stället för en enskild apparat eller applikation är det viktigaste det pedagogiska stödet för lärandet, som är en helhet bestående av flera olika verktyg, program och personer. Många sätt att ta i bruk teknik i undervisningen – såsom att ersätta böcker med digitala läromedel – och de bakomliggande tankarna om dess effekter är dock förenklande (t.ex. Mertala, 2020). Digital teknik kan utnyttjas som stöd för såväl traditionell lärarledd undervisning som aktiverande pedagogik. Digitaliseringens betydelse för framtidens utbildningen beror på hur den kan utnyttjas på ett pedagogiskt meningsfullt sätt. Eftersom de flesta digitala tjänster inte medvetet har planerats utifrån pedagogiska utgångspunkter och för att stödja lärandet förutsätter strävan efter högklassigt lärande omsorgsfull planering och att arbetet kopplas till en större social omgivning.

Pedagogiska principer som grundar sig på inläringsteoretisk kunskap betonar människans aktiva sinne som grund för lärandet, strategiska färdigheter i lärandet, skapande av autentiska och meningsfulla inläringssituationer samt kollaborativt, teknologistött byggande av kunskap. Lärmiljöer där inläraren kan ställa upp egna mål samt välja sina arbetsmetoder och arbetsredskap kan i bästa fall också utveckla hens kritiska tänkande, kreativitet, problemlösning och tekniska färdigheter. Tekniken kan i sin tur hjälpa med att söka, skapa och analysera information samt dela arbetsprocessens faser med andra inlärare och med läraren. Det finns också allt mer avancerade verktyg för att presentera och modellera kunskap samt för att undersöka och åskådliggöra komplicerade fenomen och kopplingar, såsom simuleringar och spelifierade lösningar. Skillnaderna i inlärnarnas självreglering och motivation framhävs dock i denna typ av lärmiljöer som förutsätter färdigheter på hög nivå i informationshantering (t.ex. problemdefinition och strukturering av relationerna mellan olika begrepp) och inte bara informationshanteringsfunktioner på lägre nivå (t.ex. att kopiera information). Utan tillräckliga färdigheter i självreglering och lämplig handledning i användningen av teknik i undervisningen kan underhållande material som inte anknyter till inlärningsuppgiften eller kortsiktighet i koncentrationen framhävas. Digitala lärmiljöer kan dock i bästa fall ge inläraren möjligheter att öva och utveckla identifieringen av sina egna tankeprocesser och självregleringen av lärandet, samt ge läraren verktyg för att bedöma och stödja dessa processer.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att utmaningen inte är tillgången till eller användningen av digitala tjänster, utan förmågan att utnyttja dem i betydelsefull kunskapsmässig och social praxis samt möjligheten att delta i planeringen och utvecklingen av digitala tjänster. Det är viktigt att barn och unga förhåller sig kritiskt och proaktivt till digitala tjänster och funderar på teknikens karaktär och möjligheter. För att detta ska ske måste barn och unga skaffa sig färdigheter att planera och bygga upp kunskap med hjälp av digitala tjänster. Det är inte bara programmeringsfärdigheter som är viktiga, utan också planerings- och problemlösningskompetens, inklusive kreativa färdigheter och färdigheter i kollaborativt arbete (Häkkinen m.fl., 2017). Dessa färdigheter främjar ökad delaktighet i samhället och för att stärka dem har skolorna, lärarna och fostrarna en central roll.

Man har strävat efter att svara på digitaliseringens effekter med utbildningspolitiska metoder. I Finland representeras dessa utbildningspolitiska mål och åtgärder bland annat av Riktlinjerna för digitaliseringen av fostran och utbildning 2027 (Undervisnings- och kulturministeriet, 2023), rapporten Laaja-alainen osaaminen 2030-luvulle (Utbildningsstyrelsen, 2023), Rapporten Koulutus tulevaisuudessa (Utbildningsstyrelsen, 2022), spetsprojekt som finansierats av undervisnings- och

kulturministeriet för att utveckla lärarutbildningen (Lavonen m.fl., 2020; Lavonen m.fl., 2021a) samt utvecklingsprogrammet Nylitteracitet (Undervisnings- och kulturministeriet, inget datum). Programmet Nylitteracitet betonade inlärarens rätt till digital kompetens, som bland annat möjliggör självuttryck och delaktighet, aktivt och ansvarsfullt aktörskap samt utveckling av mångsidiga färdigheter i kritiskt tänkande.

Särskild oro i dagens samhälle orsakas av överdriven användning av digitala apparater eller användning som försämrar välbefinnandet. Därför bör inlärarna erbjudas användarerfarenheter som stöder lärandet och välbefinnandet, där man övar på att använda apparater även för att stärka den sociala interaktionen och de digitala säkerhetsfärdigheterna. Detta förutsätter att man fäster uppmärksamhet vid lärarnas pedagogiska val och verksamhet. Inlärarna behöver lärarens pedagogiska planering samt förebilder och erfarenheter av att använda digitala tjänster i lärandet (Häkkinen m.fl., 2017).

Digitaliseringen av undervisningen och utvecklandet av inlärarnas digitala kompetens kräver åtgärder samt stärkande av lärarnas digitala kompetens och digitala pedagogiska kompetens (Falloon, 2020; Fernández-Batanero m.fl., 2022). Lärarnas professionella utveckling är en central utmaning när det gäller att etablera användningen av digitala tjänster i undervisningen, vilket bland annat beror på otillräckligt tekniskt och pedagogiskt stöd, brist på beredningstid samt attityder och få upplevelser av framgång (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Fagerlund m.fl. 2024). En aktuell utmaning är också att lära ut datalogiskt tänkande, vilket fortfarande är ett ganska lite känt delområde i läroplanen för den grundläggande utbildningen. Rektorerna har en central roll i att möjliggöra diskussion och stöd för att utveckla lärarnas kompetens (Leino m.fl., 2019). Det är hela samfundets uppgift att utveckla den digitala kompetensen, och det krävs också ledning för att utveckla kompetensen (Ilomäki & Lakkala, 2018). Även lärarutbildningen är viktig för att utveckla den digitala kompetensen (Aagaard m.fl., 2022; Brevik m.fl., 2019; Pongsakdi m.fl., 2021; Reisoglu & Cebi, 2020). Lärarutbildningen ska erbjuda mångsidiga lärupplevelser av att utnyttja pedagogiskt motiverade digitala tjänster samt stödja framtida lärare att utveckla sina egna färdigheter (Häkkinen m.fl., 2017).

Forskning i digitalt lärande och digital undervisning har ofta kritiserats för att den inte har kunnat producera tillräckligt välmotiverade och trovärdiga lösningar på aktuella problem och utvecklingsutmaningar. Det har med andra ord påståtts att forskningen har fjärmats alltför långt från utvecklingen av till exempel klassrumspraxis. Det är nödvändigt att hitta och utveckla forskningsstrategier som integrerar den teoretiska och empiriska forskningen om lärande och undervisning samt utvecklandet av pedagogiska metoder.

Forskningen har också präglats av gleshet. Lite tillspetsat kan man konstatera att enskilda forskare har utvecklat och prövat sina egna modeller samtidigt som aktiva läroanstalter eller företag inom sektorn har agerat självständigt. Utifrån situationen i Finland och internationella erfarenheter kan man anta att ett mer omfattande utnyttjande av digitala tjänster som stöd för undervisning och lärande skulle förutsätta ett mer systematiskt samarbete mellan olika aktörer än i nuläget. Det behövs en kombination av olika slags expertis för att kontinuerligt utveckla pedagogisk praxis och digitala tjänster. För vetenskapssamfundets medlemmar innebär detta öppenhet för ett nytt slags forsknings- och utvecklingssamarbete. Det är särskilt bra att komma ihåg att för samarbetet behövs förutom forskare och utvecklare även lärare som är intresserade av att utveckla ändamålsenlig pedagogisk praxis.

I nuet och med tanke på framtiden är det viktigt att förstå teknikens och den digitala tidsålderns principer samt kritiskt kunna granska denna tidsålders fenomen – vid behov ifrågasätta, men

samtidigt värna om nyfikenheten. Olika kriserna har visat hur betydelsefull digital kompetens är: den gör det möjligt att upprätthålla funktionsförmågan och utveckla kompetensen även under utmanande förhållanden och kriser. Utvecklingen av lärarnas digitala kompetens och digitala pedagogiska kompetens på alla utbildningsstadier medför utmaningar för lärarutbildningen och fortbildningen, som är tvungna att hitta nya metoder för att främja, dela och leda den digitala kompetensen. För att förebygga ojämlikhet i den digitala kompetensen är det viktigt att fundera på hur digitala tjänster kan utnyttjas som stöd för inlärnas lärande och hur lärarnas grundläggande utbildning och fortbildning kan främja deras färdigheter att använda dessa tjänster på ett inlärarfokuserat och pedagogiskt motiverat sätt.

* Publikationerna som ingick i analysen av den systematiska litteratursökningen.

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>

Aivelo, T., & Uitto, A. (2016). Digital gaming for evolutionary biology learning: The case study of parasite race, an augmented reality location-based game. *LUMAT International Journal on Math Science and Technology Education*, 4(1), 1–26. <https://doi.org/10.31129/lumat.4.1.3>.*

Aksela, O., Lämsä, J. & Järvelä, S. (2024). Secondary School Students' Enacted Self-Regulated Learning Strategies in a Computer-Based Writing Task–Insights from Digital Trace Data and Interviews. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09789-4>.*

Alisaari, J., Heikkola, L. M., & Harju-Autti, R. (2023). Finnish pre-service teachers' understandings of the role of language(s) in learning mathematics. *Language Culture and Curriculum*, 37(1), 75–91. <https://doi.org/10.1080/07908318.2023.2258156>.*

Aunio, P., & Mononen, R. (2017). The effects of educational computer game on low-performing children's early numeracy skills – an intervention study in a preschool setting. *European Journal of Special Needs Education*, 33(5), 677–691. <https://doi.org/10.1080/08856257.2017.1412640>.*

Autio, O., & Soobik, M. (2017). Technological knowledge and reasoning in Finnish and Estonian technology education. *International Journal of Research in Education and Science*, 3(1), 193–202. <https://doi.org/10.21890/ijres.63892>.*

Autio, O., Jamsek, J., Soobik, M., & Olafsson, B. (2019). Technology education in Finland, Slovenia, Estonia and Iceland: The structure of students' attitudes towards technology. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 3(2), 95–106. <https://www.ijtes.net/index.php/ijtes/article/view/19>.*

Autio, O., Olafsson, B., & Thorsteinsson, G. (2016). Examining technological knowledge and reasoning in Icelandic and Finnish comprehensive schools. *Design and Technology Education: An International Journal*, 21(2), 59–68. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DesignTechnologyEducation/article/view/1586>.*

Beilmann, M., Opermann, S., Kalmus, B., Vissenberg, J., & Pedaste, M. (2023). The role of school-home communication in supporting the development of children's and adolescents' digital skills, and the changes brought by COVID-19. *Journal of Media Literacy Education*, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.23860/jmle-2023-15-1-1>.*

Bethhäuser, B. A., Bach-Mortensen, A. M., & Engzell, P. (2023). A systematic review and meta-analysis of the evidence on learning during the COVID-19 pandemic. *Nature Human Behavior*, 7, 375–385. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01506-4>

Björn, P. M., & Leppänen, P. H. T. (2013). Accelerating decoding-related skills in poor readers learning a foreign language: a computer-based intervention. *Educational Psychology*, 33(6), 671–689. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.797336>.*

Bradley, L., & Thouësny, S. (toim.) (2012). CALL: Using, learning, knowing. Proceedings of the 2012 EUROCALL Conference (Gothenburg, Sweden, August 22–25, 2012). Rapport från den internationella EUROCALL (European Association for Computer-Assisted Language Learning) -konferensen, Göteborg, Sverige. Research-publishing.net. Publikationsarkivet ERIC: <https://eric.ed.gov/?id=ED574893>.*

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>

Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Laakkonen, E., & Lehtinen, E. (2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers & Education*, 128, 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011>.*

Brinck, J., Leinonen, T., Lipponen, L., & Kallio-Tavin, M. (2023). Open design pedagogy: Revealing openness in early childhood education with digital technology. *International Journal of Education Through Art*, 19(2), 223–240. https://doi.org/10.1386/eta_00128_1.*

Byman, J., Kumpulainen, K., Wong, C. C., & Renlund, J. (2022). Children's emotional experiences in and about nature across temporal-spatial entanglements during digital storying. *Literacy*, 56(1), 18–28. <https://doi.org/10.1111/lit.12265>.*

Christopoulos, A., Kajasilta, H., Salakoski, T., & Laakso, M.-J. (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>.*

- Clark, A. E., Nong, H., Zhu, H., & Zhu, R. (2020). Compensating for academic loss: Online learning and student performance during the COVID-19 pandemic. *China Economic Review*, 68, 101629. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2021.101629>
- Dang, B., Nguyen, A., & Järvelä, S. (2024). Deliberative Interactions for Socially Shared Regulation in Collaborative Learning: An AI-Driven Learning Analytics Study. *Journal of Learning Analytics*, 11(3), 192-209. <https://doi.org/10.18608/jla.2024.8393>.*
- Davies, S., Hakkarainen, K., Seitamaa-Hakkarainen, P., Korhonen, T. & Kokko, S. (2020). The development of pedagogical infrastructures in three cycles of maker-centered learning projects. *Design and Technology Education: An International Journal*, 25(2), 29-49. HELDA- publikationsarkivet: <http://hdl.handle.net/10138/319688>.*
- Dindar, M., Ren, L. Lei Ren & Järvenoja, H. (2020.) An experimental study on the effects of gamified cooperation and competition on English vocabulary learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 142-159. <https://doi.org/10.1111/bjet.12977>
- 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(6), 1553-1565. <https://doi.org/10.1111/jcal.12552>.*
- Domingo-Coscollola, M, Arrazola-Carballo, J., & Sancho-Gil, J. M. (2016). Do it yourself in education: Leadership for learning across physical and virtual borders. *International Journal of Educational Leadership and Management*, 4(1), 5-29. <https://doi.org/10.17583/ijelm.2016.1842>.*
- Drake, M. (2019). Embedding virtual reality into competence recognition. *Conference: International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age 2019*, 465-467. https://doi.org/10.33965/celda2019_201911R064.*
- Dukuzumuremyi, S., & Siklander, P. (2018). Interactions between pupils and their teacher in collaborative and technology-enhanced learning settings in the inclusive classroom. *Teaching and Teacher Education*, 76, 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.08.010>.*
- Elomaa, M., Pakarinen, E., Eskelä-Haapanen, S., & Lerkkanen, M.-K. (2023). Principals' perceptions of their work during the COVID-19 pandemic. I R. Ahtiainen, E. Hanhimäki, J. Leinonen, M. Risku, & A.-S. Smeds-Nylund (red.), *Leadership in Educational Contexts in Finland: Theoretical and Empirical Perspectives* (pp. 281-299). Springer. *Educational Governance Research*, 23. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37604-7_14
- 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, e2022376118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2022376118>
- Eronen, L., & Kärrä, E. (2017). Students acquiring expertise through student-centered learning in mathematics lessons. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(5), 682-700. <https://doi.org/10.1080/00313831.2017.1306797>.*
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.
- Espino, D. P., Lee, S. B., Van Tress, L., Baker, T. T., & Hamilton, E. (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>.*
- Fagerlund, J. (2022). Tietokonevallankumous ja ohjelmoinnillinen ajattelu peruskoulussa: havaintoja mikro- ja makrotasoilta. *Kasvatus ja aika*, 16(1), 121-127. <https://doi.org/10.33350/ka.111888>.*
- 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>.*
- Fagerlund, J., Leino, K., Kiuru, N., & Niilo-Rämä, M. (2022). Finnish teachers' and students' programming motivation and their role in teaching and learning computational thinking. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.948783>.*
- Fagerlund, J., Leino, K., Niilo-Rämä, M., Puhakka, E. & Markkanen, I. (2024). Kohti digiosaamisen strategista kehittämistä: Kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus (ICILS 2023). *Koulutuksen tutkimuslaitos, Tutkimuksia* 40. Jyväskylä universitet. <https://doi.org/10.17011/kti-t/40>.*
- 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>
- Fernández-Batanero, J. M., Román-Graván, P., Reyes-Rebollo, M. M., & Montenegro-Rueda, M. (2021). Impact of educational technology on teacher stress and anxiety: A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 548. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020548>

- Gallagher, M., & Ihanainen, P. (2015). Aesthetic literacy: Observable phenomena and pedagogical applications for mobile lifelong learning (MLLL). *European Journal of Open Distance and E-Learning*, 18(1), 15–33. <https://doi.org/10.1515/eurodl-2015-0002>.*
- Godhe, A.-L. (2019). Digital literacies or digital competence: Conceptualizations in Nordic curricula. *Media and Communication*, 7(2), 25–35. <https://doi.org/10.17645/mac.v7i2.1888>.*
- Goman, J., Huusko, M., Isoaho, K., Lehtikö, A., Metsämuuronen, J., Rumpu, N., Seppälä, H., Venäläinen, S., & Åkerlund, C. (2021). Poikkeuksellisten opetusjärjestelyjen vaikutukset tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden toteutumiseen eri koulutusasteilla. Osa III: Kansallisen arvioinnin yhteenveto ja suositukset. Nationella centret för utbildningsutvärdering. *Julkaisut* 8:2021.
- Halme, M., & Somervuori, O. (2012). Copyrighted Internet material in education—teacher needs and use arrangements. *Education and Information Technologies*, 17. <https://doi.org/10.1007/s10639-011-9161-0>.*
- Hälonen, N., Hietajärvi, L., Lonka, K., & Salmela-Aro, K. (2016). Sixth graders' use of technologies in learning, technology attitudes and school well-being. *The European Journal of Social & Behavioural Sciences*, 18(1), 51–68. <https://doi.org/10.15405/ejsbs.205>.*
- Hankala, M., Kankaanranta, M., Rousi, R., Mehtälä, S., & Merjovaara, O. (2023). Exploring pre-service teachers' and comprehensive school pupils' understandings of literacies in digital environments. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 18(3), 158–172. <https://doi.org/10.18261/njdl.18.3.3>.*
- 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. *Education Tech Research and Development*, 66(2), 403–428. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9558-6>.*
- Hautala, J., Heikkilä, R., Nieminen, L., Rantanen, V., Latvala, J.-M., & Richardson, U. (2020). Identification of reading difficulties by a digital game-based assessment technology. *Journal of Educational Computing Research*, 58(5), 1003–1028. <https://doi.org/10.1177/0735633120905309>.*
- Havu-Nuutinen, S., Kärkkäinen, S., & Keinonen, T. (2011). Primary school pupils' perceptions of water in the context of STS study approach. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(4), 321–339. Publikationsarkivet ERIC: <https://eric.ed.gov/?id=EJ959422>. *
- Heikkilä, R., Aro, M., Närhi, V., Westerholm, J., & Ahonen, T. (2013). Does training in syllable recognition improve reading speed? A computer-based trial with poor readers from second and third grade. *Scientific Studies of Reading*, 17(6), 398–414. <https://doi.org/10.1080/10888438.2012.753452>.*
- Hellstrand, H., Korhonen, J., Linnanmäki, K., & Aunio, P. (2020). The Number Race – computer-assisted intervention for mathematically low-performing first graders. *European Journal of Special Needs Education*, 35(1), 85–99. <https://doi.org/10.1080/13488678.2019.1615792>.*
- 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>.*
- Hietajärvi, L., Maksniemi, E., Lonka, K., Hakkarainen, K., Alho, K., & Salmela-Aro, K. (2022). Digital engagement, school burnout and academic performance: Longitudinal within-student relations. *Open Science Framework Preprints*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/a2bk7>
- Hietajärvi, L., Nuorteva, M., Tuominen, H., Hakkarainen, K., Salmela-Aro, K., & Lonka, K. (2014). Kuudesluokkalaisten nuorten sosiodigitaalinen osallistuminen, kiinnostuksen kohteet ja kouluhyvinvointi. *Kasvatus*, 45, 429–443.*
- Hietajärvi, L., Salmela-Aro, K., Tuominen, H., Hakkarainen, K., & Lonka, K. (2019). Beyond screen time: Multidimensionality of socio-digital participation and relations to academic well-being in three educational phases. *Computers in Human Behavior*, 93, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.049>.*
- Hilli, C. (2018). Distance teaching in small rural primary schools: a participatory action research project. *Educational Action Research*, 28(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/09650792.2018.1526695>.*
- Hilli, C. (2019). Extending classrooms through teacher collaboration in Virtual Learning Environments. *Educational Action Research*, 28(1), 700–715. <https://doi.org/10.1080/09650792.2019.1654901>.*
- Hofslundsengen, H., Magnusson, M., Svensson, A. K., Jusslin, S., Mellgren, E., Hagtvét, B. E., & Heilä-Ylikallio, R. (2018). The literacy environment of preschool classrooms in three Nordic countries: challenges in a multilingual and digital society. *Early Child Development and Care*, 190(3), 414–427. <https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1477773>.*
- Huovinen, E., & Rautanen, H. (2019). Interaction affordances in traditional instruments and tablet computers: A study of children's musical group creativity. *Research Studies in Music Education*, 42(1), 94–112. <https://doi.org/10.1177/1321103X18809510>.*

- 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, E. (2023). *Examining and Enhancing Adolescents' Critical Online Reading Skills* [doktorsavhandling, Jyväskylän universitet]. JYX-publikationsarkiv: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-9654-3>.
- Ihamäki, P., & Heljakka, K. (2018). Verkottunut esineleikki osana esiopetusta: Lelujen Internet leikillisen oppimisen välineenä, *Lähikuva*, 31(2), 29–49. <https://doi.org/10.23994/lk.75048>.*
- Iiskala, T., Volet, S., Lehtinen, E., & Vauras, M. (2015). Socially shared metacognitive regulation in asynchronous CSCL in science: Functions, evolution and participation. *Frontline Learning Research*, 3(1), 78–111. <https://doi.org/10.14786/flr.v3i1.159>.*
- 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>
- Iwata, M., Pitkänen, K., Laru, J., & Mäkitalo, K. (2020). Exploring potentials and challenges to develop twenty-first century skills and computational thinking in K-12 maker education. *Frontiers in Education*, 5, artikkel 87. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00087>
- Jaakkola, T., & Veermans, K. (2015). Effects of abstract and concrete simulation elements on science learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(4), 300–313. <https://doi.org/10.1080/13803611.2011.641269>.*
- Jaatinen, J., & Lindfors, E. (2019). Makerspaces for pedagogical innovation processes: How Finnish comprehensive schools create space for makers. *Design and Technology Education: An International Journal*, 24(2), 42–66. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021042821491>.*
- Järvelä, S., Järvenoja, H., & Malmberg, J. (2012). How elementary school students' motivation is connected to self-regulation. *Educational Research and Evaluation*, 18(1), 65–84. <https://doi.org/10.1080/13803611.2011.641269>.*
- Järvenoja, H., Malmberg, J., Järvelä, S., Näykki, P., & Kontturi, H. (2018). Investigating students' situation-specific emotional state and motivational goals during a learning project within one primary school classroom. *Learning: Research and Practice*, 5(1), 4–23. <https://doi.org/10.1080/23735082.2018.1554821>.*
- Järvinen, Esa-Matti & Rasinen, Aki. (2014). Implementing technology education in Finnish general education schools: studying the cross-curricular theme 'Human being and technology'. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 67–84. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9270-3>.*
- Juutinen, J., Ólafsdóttir, S. M., & Einarsdóttir, J. (2023). Children's belonging constructed through material relations in multicultural early education settings. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 68(5), 878–889. <https://doi.org/10.1080/00313831.2023.2196540>.*
- 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>.*
- Kahila, J., Vartiainen, H., Tedre, M., Arkko, E., Lin, A., Pope, N., Jormanainen, I., & Valtonen, T. (2024). Pedagogical framework for cultivating children's data agency and creative abilities in the age of AI. *Informatics in Education*, 23(2), 323–360. <https://doi.org/10.15388/infedu.2024.15>.*
- Kajamaa, A., Kumpulainen, K., & Olkinuora, H. (2020). Teacher interventions in students' collaborative work in a technology-rich educational makerspace. *British Journal of Educational Technology*, 51(2), 371–386. <https://doi.org/10.1111/bjet.12837>.*
- Kangas, K., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2013). Design thinking in elementary students' collaborative lamp designing process. *Design and Technology Education: An International Journal*, 18(1), 30–43.*
- Kangas, K., Sormunen, K., & Korhonen, T. (2022). Creative learning with technologies in young students' STEAM education. Teoksessa Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (red.) (2022). *STEM, robotics, mobile apps in early childhood and primary education*. Springer, 157–179. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1_9.*
- Kankaanranta, M. (toim.) (2011). *Opetusteknologia koulun arjessa*. Jyväskylän universitet.*
- Kanniainen, L., Kiili, C., Tolvanen, A., Aro, M., & Leppänen, P. H. T. (2019). Literacy skills and online research and comprehension: struggling readers face difficulties online. *Reading and Writing*, 32(9), 2201–2222. <https://doi.org/10.1007/s11145-019-09944-9>.*
- Kesanto-Jokipolvi, H., Seppänen, P., Koivuhovi, S., Siipola, M., Autio, R., & Rimpelä, A. (2024). Selective classes and early health inequalities in comprehensive schools in Finland. *The Journal of School Health*, 94(9), 820–829. <https://doi.org/10.1111/josh.13488>.*

- Kiili, C., Strømsø, H. I., Bråten, I., Ruotsalainen, J., & Räikkönen, E. (2024). Reading comprehension skills and prior topic knowledge serve as resources when adolescents justify the credibility of multiple online texts. *Reading Psychology*, 45(7), 662–689. <https://doi.org/10.1080/02702711.2024.2351485>.*
- Kiili, K., Ketamo, H., Koivisto, A., & Finn, Enda. (2014). Studying the user experience of a tablet based math game. *International Journal of Game-Based Learning*, 4(1), 60–77. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2014010104>.*
- Kontkanen, S., Pöntinen, S., Kewalramani, S., Veresov, N., & Havu-Nuutinen, S. (2023). Children's digital competence in early childhood education: A comparative analysis of curricula. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 19(1), em2215. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12798>.*
- Korhonen, T., Juurola, L., Salo, L., & Airaksinen, J. (2021). Digitisation or digitalisation: Diverse practices of the distance education period in Finland. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 11 (specialnummer), 165-193. <https://doi.org/10.26529/cepsj.1125>.*
- Korhonen, T., Salo, L., Laakso, N., Seitamaa, A., Sormunen, K., Kukkonen, M., & Forsström, H. (2022). 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>.*
- Korhonen, V., & Rätty, H., & Kärnä, E. (2018). High support need and minimally verbal children with autism playing a preference based computer game: A pilot eye-tracking study of four individual's attendance to eyes. *International Journal of Special Education*, 32(1), 212–228.*
- Koskinen, A., McMullen, J., Ninaus, M., & Kiili, K. (2022). Does the emotional design of scaffolds enhance learning and motivational outcomes in game-based learning? *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1), 77–93. <https://doi.org/10.1111/jcal.12728>.*
- Kostenius, C., Bergmark, U., & Hertting, K. (2017). Health literacy in an age of technology – schoolchildren's experiences and ideas. *International Journal of Health Promotion and Education*, 55(5–6), 234–242. <https://doi.org/10.1080/14635240.2017.1369891>.*
- Kouhia, A., Kangas, K., & Kokko, S. (2021). The effects of remote pandemic education on crafts pedagogy: Opportunities, challenges, and interaction. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 11, 309–333. <https://doi.org/10.26529/cepsj.1126>.*
- Kruskopf, M., Abdulhamed, R., Ranta, M., Lammassaari, H., & Lonka, K. (2024). Future teachers' self-efficacy in teaching practical and algorithmic ICT competencies – Does background matter? *Teaching and Teacher Education*, 144, 104574. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104574>.*
- Kuhfeld, M., Soland, J., Tarasawa, B., Johnson, A., Ruzek, E., & Liu, J. (2020). Projecting the potential impacts of COVID-19 school closures on academic achievement. *Educational Researcher*, 49, 549–565. <https://doi.org/10.3102/0013189X20965918>
- Kuisma, M. (2017). Narratives of inquiry learning in middle-school geographic inquiry class. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(1), 85–98. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1285137>.*
- Kulju, P., & Mäkinen, M. (2021). Phonological strategies and peer scaffolding in digital literacy game-playing sessions in a Finnish pre-primary class. *Journal of Early Childhood Literacy*, 21(3), 338–360. <https://doi.org/10.1177/1468798419838576>.*
- Kumpulainen, K., & Kajamaa, A. (2020). Sociomaterial movements of students' engagement in a school's makerspace. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1292–1307. <https://doi.org/10.1111/bjet.12932>.*
- Kumpulainen, K., Mikkola, A., & Jaatinen, A. M. (2013). The chronotopes of technology-mediated creative learning practices in an elementary school community. *Learning, Media and Technology*, 39(1), 53–74. <https://doi.org/10.1080/17439884.2012.752383>.*
- Kumpulainen, K., Renlund, J., Byman, J., & Wong, C. C. (2021). Empathetic encounters of children's augmented storying across the human and more-than-human worlds. *International Studies in Sociology of Education*, 31(1–2), 208–230. <https://doi.org/10.1080/09620214.2021.1916400>.*
- Kumpulainen, K., Sairanen, H., & Nordström, A. (2020). Young children's digital literacy practices in the sociocultural contexts of their homes. *Journal of Early Childhood Literacy*, 20(3), 472–499. <https://doi.org/10.1177/1468798420925116>.*
- Kumpulainen, K., Wong, C. C., Byman, J., Renlund, J., & Vadeboncoeur, J. A. (2023). Fostering children's ecological imagination with augmented storying. *The Journal of Environmental Education*, 54(1), 33–45. <https://doi.org/10.1080/00958964.2022.2152407>.*
- Kuosmanen, M., Lehtinen, A., Luokomaa, S., Mäkinen, E., Siiskonen, T., & Lerkkanen, M.-K. (2023). Oivalluksia luku- ja kirjoitustaitojen kehittämiseen muuttuvissa lukuympäristöissä. *Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti NMI-Bulletin*, 33(1), 73-86. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-202304262732>

- 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>.*
- Kurvinen, E., Lindén, R., Rajala, T., Kaila, E., Laakso, M.-J., & Salakoski, T. (2012). Computer-assisted learning in primary school mathematics using VILLE education tool. *Koli Calling '12: Proceedings of the 12th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 39–46. <https://doi.org/10.1145/2401796.2401801>.*
- Kurvinen, E., Lindén, R., Rajala, T., Kaila, E., Laakso, M.-J., & Salakoski, T. (2014). Automatic assessment and immediate feedback in first grade mathematics. *Koli Calling '14: Proceedings of the 14th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 15–23. <https://doi.org/10.1145/2674683.2674685>.*
- Kärki, T., McMullen, J., & Lehtinen, E. (2022). Improving rational number knowledge using the NanoRoboMath digital game. *Educational Studies in Mathematics*, 110(1), 101–123. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10120-6>.*
- Kärki, T., McMullen, J., Halme, H., Määttä, S., Lehtinen, E., & Hannula-Sormunen, M. (2021). Pelaamalla kohti joustavaa rationaalilukukäsitettä. *Psykologia*, 56(6), 567–583. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022021619535>.*
- Laakso, N., Korhonen, T., & Hakkarainen, K. (2021). Developing students' digital competences through collaborative game design. *Computers & Education*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104308>.*
- Laato, S., Laine, T. H., & Sutinen, E. (2019). Affordances of music composing software for learning mathematics at primary schools. *Research in Learning Technology*, 27(0). <https://doi.org/10.25304/rlt.v27.2259>.*
- 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>.*
- Laine, J., Korhonen, T., & Hakkarainen, K. (2023). Primary school students' experiences of immersive virtual reality use in the classroom. *Cogent Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2023.2196896>.*
- Laine, T. H., & Nygren, E. (2014). Active and passive technology integration: a novel approach for managing technology's influence on learning experiences in context-aware learning spaces. *Technology Pedagogy and Education*, 25(1), 19–37. <https://doi.org/10.1080/1475939x.2014.945475>.*
- Laiti, O. (2016). The ethnoprogramming model. *Koli Calling '16: Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 150–154. <https://doi.org/10.1145/2999541.2999545>.*
- Lakanen, A.-J., & Kärkkäinen, T. (2019). Identifying pathways to computer science: The long-term impact of short-term game programming outreach interventions. *ACM Transactions on Computing Education*, 19(3), 1–30. <https://doi.org/10.1145/3283070>.*
- Laru, J., Järvelä, S., & Clariana, R. B. (2010). Supporting collaborative inquiry during a biology field trip with mobile peer-to-peer tools for learning: a case study with K-12 learners. *Interactive Learning Environments*, 20(2), 103–117. <https://doi.org/10.1080/10494821003771350>.*
- 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. (2021a). 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, L., Loukomies, A., Vartiainen, J., & Palojoiki, P. (2021b). Supporting pupils' scientific and engineering practices in everyday life contexts at the primary school level during a project-based learning unit in Finland. *Education 3–13*, 50(7), 918–933. <https://doi.org/10.1080/03004279.2021.1921823>.*
- Lavonen, L., Loukomies, A., Vartiainen, J., & Palojoiki, P. (2023). Promoting 3rd grade pupils' learning of science knowledge through project-based learning in a Finnish primary school. *Nordic Studies in Science Education*, 19(2), 181–199. <https://doi.org/10.5617/nordina.9686>.*
- Lehtinen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. (2016). Preservice teachers' TPACK beliefs and attitudes toward simulations. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 16(2), 151–171. Publikationsarkivet ERIC: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1103983>.*
- Leino, K., Rikala, J., Puhakka, E., Niilo-Rämä, M., Siren, M., & Fagerlund, J. (2019). Digiloikasta digitaitoihin: kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus (ICILS 2018). Jyväskylä universitet, Koulutuksen tutkimuslaitos. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7937-9>
- Leino, K., Sirén, M., Nissinen, K., & Puhakka, E. (2023). Puoli tuntia lukemista: kansainvälinen lasten lukutaitotutkimus (PIRLS 2021). Koulutuksen tutkimuslaitos. *Tutkimuksia / Koulutuksen tutkimuslaitos*, 37. <https://doi.org/10.17011/ktl-t/37>
- Lemmetty, S., & Collin, K. (2020). Throwaway knowledge, useful skills or a source for wellbeing? Outlining sustainability of workplace learning situations. *International Journal of Lifelong Education*, 39(5–6), 478–494. <https://doi.org/10.1080/02601370.2020.1804004>.*

- Leppisaari, I., & Lee, O. (2012). Modelling digital natives' international collaboration: Finnish-Korean experiences of environmental education. *Educational Technology & Society*, 15(2), 244-256. Publikationsarkivet JSTOR: <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.15.2.244>.*
- Lerkkanen, M.-K., & Pakarinen, E. (arvioitavana). Cross-lagged associations between motivation and reading skills in Finnish primary school children: COVID-19 as a moderator. I E. Godina (red.), *Motivation and Achievement during the COVID-19 Pandemic. Advances in Motivation and Achievement*, 23.
- Lerkkanen, 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>
- Liljeström, A., Enkenberg, J., Vanninen, P., Vartiainen, H., & Pöllänen, S. (2014). The OpenForest Portal as an open learning ecosystem: Co-developing in the study of a multidisciplinary phenomenon in a cultural context. *IADIS International Conference Educational Technologies 2014*, 97-104.*
- Loukomies, A., & Juuti, K. (2021). Primary students' experiences of remote learning during COVID-19 school closures: A case study of Finland. *Education Sciences*, 11(9), 560-560. <https://doi.org/10.3390/educsci11090560>.*
- Loukomies, A., Juuti, K., Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2019). Change in first graders' science-related competence beliefs during digitally intensive science workshops. I McLoughlin, E., Finlayson, O. E., Erduran, S., & Childs, P. E. (red.) (2019). *Bridging research and practice in science education* (s. 285-299). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17219-0_18.*
- Lyytinen, H., Erskine, J., Kujala, J., Ojanen, E. & Richardson, U. (2009). In search of a science-based application: A learning tool for reading acquisition. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50, 668-675. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00791.x>.
- Lähdesmäki, S., Maunumäki, M., & Nurmi, T. (2023). Play is the base! ECEC leaders' views on the development of digital pedagogy. *Early Childhood Education Journal*, 52, 1897-1910. <https://doi.org/10.1007/s10643-023-01530-7>.*
- Lämsä, J. de Mooij, S., Aksela, O., Athavale, S., Bistolfi, I., Azevedo, R., Bannert, M., Gasevic, D., Molenaar, I., & Järvelä, S. (2025). Measuring secondary education students' self-regulated learning processes with digital trace data. *Learning and Individual Differences*, 118, 102625. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102625>.*
- Maaranen, K., & Kynäslähti, H. (2021). 'It sounded like fun, that we would get to go to the university.' Pupils teaching ICT to peers: a case study of Finnish Media Agents. *Technology Pedagogy and Education*, 30(2), 257-269. <https://doi.org/10.1080/1475939x.2021.1876756>.*
- Maksniemi, E., Hietajärvi, L., Lonka, K., & Marttinen, E. (2018). Sosiodigitaalisen osallistumisen, unenlaadun ja kouluhyvinvoinnin väliset yhteydet kuudesluokkalaisilla. *Psykologia*, 53, 180-200.*
- Maldonado, J. E., & De Witte, K. (2022). The effect of school closures on standardised student test outcomes. *British Educational Research Journal*, 48(1), 49-94. <https://doi.org/10.1002/berj.3754>
- Malessa, E. (2023). Technology-enhanced or technology-exhausted learning in adult migrant literacy education in Finland: Exploring teachers' experiences and views in pre-pandemic and pandemic times. *International Journal of Technology in Education and Science*, 7(2), 104-128. <https://doi.org/10.46328/ijtes.437>.*
- Malmberg, J., Järvelä, S. & Kirschner, P.A. (2014). Elementary school students' strategic learning: does task-type matter? *Metacognition Learning* 9, 113-136. <https://doi.org/10.1007/s11409-013-9108-5>.*
- Malmberg, J., Järvenoja, H. & Järvelä, S. (2013). Patterns in elementary school students' strategic actions in varying learning situations. *Instructional Science*, 41, 933-954. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9262-1>.*
- Malmberg, J., Järvenoja, H., & Järvelä, S. (2010). Tracing elementary school students' study tactic use in gStudy by examining a strategic and self-regulated learning. *Computers in Human Behavior*, 26, 1034-1042. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.004>.*
- Mankki, V. (2021). Primary teachers' principles for high-quality distance teaching during COVID-19. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(5), 852-864. <https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1939141>.*
- Mankki, V., & Räihä, P. (2022). Primary teachers' professional learning during a COVID-19 school lockdown. *Educational Research*, 64(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/00131881.2021.2013127>.*
- Mannonen, J., Nissinen, K., Virolainen, M., & Rautopuro, J. (2024). PIAAC II: toisen Kansainvälisen aikuisten taitotutkimuksen ensituloksia. Statsrådet. Statsrådets publikationer, 2024:61. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-675-4>.*
- Marttila, J., Fukkink, R., & Silvé, M. (2023). Enhancing early childhood education student teachers' mentalization, interaction, and relationships: an online intervention. *European Early Childhood Education Research Journal*, 32(4), 545-561. <https://doi.org/10.1080/1350293x.2023.2266782>.*

- McMullen, J., Koskinen, A., Kärki, T., Lindstedt, A., Määttä, S., Halme, H., Lehtinen, E., Hannula-Sormunen, M. M., & Kiili, K. (2023). A game-based approach to promoting adaptive rational number knowledge. *Mathematical Thinking and Learning*, 26(4), 411–427. <https://doi.org/10.1080/10986065.2023.2177818>.*
- McMullen, M., Hannula-Sormunen, M. M., Kainulainen, M., Kiili, K., & Lehtinen, E. (2019). Moving mathematics out of the classroom: Using mobile technology to enhance spontaneous focusing on quantitative relations. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 562–573. <https://doi.org/10.1111/bjet.12601>.*
- Meeter, M. (2021). Primary school mathematics during the COVID-19 pandemic: No evidence of learning gaps in adaptive practicing results. *Trends in Neuroscience and Education*, 25, artikel 100163. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2021.100163>
- Mehtälä, S., Salo, M., & Pirkkalainen, H. (2024). Navigating the 'grey zone': teachers' practices around students' online interactions. *Educational Research*, 66(2), 121–138. <https://doi.org/10.1080/00131881.2024.2305824>.*
- Mertala, P. (2016). Fun and Games - Finnish children's ideas for the use of digital media in preschool. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 11(4), 207–226. <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2016-04-01>.*
- Mertala, P. (2017a). Wonder children and victimizing parents – preservice early childhood teachers' beliefs about children and technology at home. *Early Child Development and Care*, 189(3), 392–404. <https://doi.org/10.1080/03004430.2017.1324434>.*
- Mertala, P. (2017b). Digital technologies in early childhood education – a frame analysis of preservice teachers' perceptions. *Early Child Development and Care*, 189(8), 1228–1241. <https://doi.org/10.1080/03004430.2017.1372756>.*
- 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., & Meriläinen, M. (2019). The best game in the world: Exploring young children's digital game-related meaning-making via design activity. *Global Studies of Childhood*, 9(4), 275–289. <https://doi.org/10.1177/2043610619867701>.*
- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J. & Altman DG. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
- Mulari, H. (toim.) (2016). *Solmukohtia: Näkökulmia lasten mediakulttuurien tutkimusmenetelmiin ja mediakasvatukseen*. Nuorisotutkimusseura. <https://doi.org/10.57049/nts.309>.*
- Mäkelä, T., Tuhkala, A., Mäki-Kuutti, M., & Rautopuro, J. (2022). Enablers and constraints of STEM programme implementation: an external change agent perspective from a national STEM programme in Finland. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(3), 969–991. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10271-9>.*
- Männikkö, N., Ruotsalainen, H., Demetrovics, Z., Lopez-Fernandez, O., Myllymäki, L., Miettunen, J., & Kääriäinen, M. (2017). Problematic gaming behavior among Finnish junior high school students: Relation to socio-demographics and gaming behavior characteristics. *Behavioral Medicine*, 44(4), 324–334. <https://doi.org/10.1080/08964289.2017.1378608>.*
- Määttä, S., Kaukonen, R., Vepsäläinen, H., Lehto, E., Ylönen, A., Ray, C., Erkkola, M., & Roos, E. (2017). The mediating role of the home environment in relation to parental educational level and preschool children's screen time: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4694-9>.*
- Nelimarkka, M., Kuikkaniemi, K., & Jacucci, G. (2014). A field trial of an anonymous backchannel among primary school pupils. *Proceedings of the International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work*, 238–242. <https://doi.org/10.1145/2660398.2660399>.*
- Niemelä, P., Mikkolainen, V., & Vuorinen, J. (2018). Compute mindlessly. Not! Map consciously. *Universal Journal of Educational Research*, 6(11), 2669–2678. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.061133>.*
- 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., Multisilta, J., Lipponen, L., & Vivitsou, M. (toim.) (2014). *Finnish innovations and technologies in schools*. Brill. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-749-0>
- Niemi, H., Niu, S. J., 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>.*
- Niiranen, S., & Hilmola, A. (2016). Female technology education teachers' experiences of Finnish craft education. *Design & Technology Education: An International Journal*, 21(2), 41–48. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DesignTechnologyEducation/article/view/1589>.*
- Niiranen, S., Rääkkönen, E. & Ikonen, P. (2014). Gender-based motivational differences in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(2), 197–211. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9278-8>.*

- Niskala, E., Sormunen, K., Palonen, T., Korhonen, T., & Hakkarainen, K. (2023). Exploring Finnish fifth-grade pupils' academic peer assistance networks. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/00313831.2023.2262505>
- Nissinen, S., Vartiainen, H., Vanninen, P., & Pöllänen, S. (2019). Connected learning in international learning projects: Emergence of a hybrid learning system. *International Journal of Information and Learning Technology*, 36. <https://doi.org/10.1108/IJILT-05-2018-0055>.*
- Nurmilaakso, M. (2015). How children can support their learning to write and read by computer in the early years of school. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 17(1), 99–107. <https://doi.org/10.1515/jtes-2015-0008>.*
- Nwakasi, C., Cummins, P. A., Mehri, N., Zhang, J., & Yamashita, T. (2019). Problem solving in technology-rich environments, adult education and training, and income: An international comparison using PIAAC data. *Föredrag vid den internationella vuxenutbildningens årsmöte, St. Louis, Missouri, USA*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED600452.pdf>.*
- Näykki, P., & Häkkinen, P. (2023). Trends and Issues of Digital Learning in Finland. I Y.-F. Lee, & L.-S. Lee (red.), *Trends and Issues of Promoting Digital Learning in High-Digital-Competitiveness Countries: Country Reports and International Comparison* (pp. 95-136). Technological and Vocational Education Research Center (TVERC), National Taiwan Normal University (NTNU); K-12 Education Administration (K12EA), Ministry of Education, Taiwan. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED636595.pdf>.
- OECD. (2015). *Adults, computers and problem solving: What's the problem?* OECD-publikation. <https://doi.org/10.1787/9789264236844-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>.*
- Oinas, S., Ahtiainen, R., Vainikainen, M. P., & Hotulainen, R. (2020). Pupils' perceptions about technology-enhanced feedback: Do emojis guide self-regulated learning? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 65(6), 1037–1051. <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1788149>.*
- Oinas, S., & Vainikainen, M.-P. (toim.) (2024). *Digitalisaatio oppimisen ja oppimistulosten selittäjänä*. Suomen kasvatustieteellinen seura. JYX-publikationsarkiv: <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/96937>.*
- Oinas, S., Thuneberg, H., Vainikainen, M.-P., & Hotulainen, R. (2020). Technology-enhanced feedback profiles and their associations with learning and academic well-being indicators in basic education. *Contemporary Educational Technology*, 12(2), ep271. <https://doi.org/10.30935/cedtech/8202>.*
- Oinas, S., Vainikainen, M.-P., Asikainen, M., Gustavson, N., Halinen, J., Hienonen, N., Kiili, C., Kilpi, N., Koivuhovi, S., Kortesoja, L., Kupiainen, R., Lintuvuori, M., Mergianian, C., Merikanto, I., Mäkihönko, M., Nazeri, F., Nyman, L., Polso, K.-M., Schöning, O., Svedholm-Häkkinen, A., Vanhanen, S. & Hotulainen, R. (2023). *Digitalisaation vaikutus oppimistilanteisiin, oppimiseen ja oppimistuloksiin yläkouluissa: Kansallisen tutkimushankkeen ensituloksia suosituksineen*. Tammerfors universitet. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-2780-4>.*
- Oinas, S., Vainikainen, M.-P., & Hotulainen, R. (2017). Technology-enhanced feedback for pupils and parents in Finnish basic education. *Computers & Education*, 108, 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.012>.*
- Oinas, S., Vainikainen, M.-P., & Hotulainen, R. (2018). Is technology-enhanced feedback encouraging for all in Finnish basic education? A person-centered approach. *Learning and Instruction*, 58, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.05.002>.*
- Ojanen, E., Ronimus, M., Ahonen, T., Chansa-Kabali, T., February, P. J., Jere-Folotiya, J., Kauppinen, K.-P., Ketonen, R., Ngorosho, D., Pitkänen, M., Puhakka, S., Sampa, F., Walubita, G., Yalukanda, C., Pugh, K., Richardson, U., Serpell, R., & Lyytinen, H. (2015). GraphoGame – a catalyst for multi-level promotion of literacy in diverse contexts. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00671>.*
- Ollonen, B., & Kangas, M. (2024). Teacher motivational scaffolding and preschoolers' motivational triggers in the context of playful learning of multiliteracy and digital skills. *Early Childhood Education Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10643-024-01664-2>.*
- Utbildningsstyrelsen. (2023). Digitaalisen osaamisen kuvaukset - Tukea perusteiden toimeenpanoon. ePerusteet. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/digiosaaminen/8706410/tekstikappale/8709071>
- Undervisnings- och kulturministeriet (2023). Kasvatuksen ja koulutuksen digitalisaation linjaukset 2027. Statsrådets publikationsarkiv. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-963-9>
- Undervisnings- och kulturministeriet (ingen datum). Uudet lukutaidot -kehittämisohjelma. <https://okm.fi/uudet-lukutaidot>
- Ottestad, G. (2010). Innovative pedagogical practice with ICT in three Nordic countries – Differences and similarities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 478–491. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00376.x>*

- Pakarinen, E., Kiuru, N., & Valtonen, V. (2023). Lasten ja nuorten oikeudet oppimiseen ja hyvinvointiin vaarantuivat koronapandemian aikana. *Kasvun Tuki -Aikakauslehti*, 3(1). <https://doi.org/10.61259/kt.130412>
- Pappa, S. (2021). A case study of three Finnish pre-service teachers' emotions and understanding of CLIL during an online practicum. *Latin American Journal of Content and Language Integrated Learning*, 14(1), 41–68. <https://doi.org/10.5294/lacil.2021.14.1.2>.*
- Partanen, T., Niemelä, P., Mannila, L., & Poranen, T. (2017). Educating computer science educators online - A Racket MOOC for elementary math teachers of Finland. *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2017)*, 1, 47–58. <https://doi.org/10.5220/0006257800470058>.*
- Penttilä, J., Kallunki, V., Niemi, H., & Multisilta, J. (2016). A structured inquiry into a digital story: Students report the making of a superball. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 8(3), 19–34. <https://doi.org/10.4018/IJMBL.2016070102>
- Pesonen, J., & Valkonen, S. (2023). Governing education, governing early childhood education and care practitioners' profession? *Contemporary Issues in Early Childhood*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1177/14639491231172206>.*
- Pihlainen, K., Korjonen-Kuusipuro, K., & Kärnä, E. (2021). Perceived benefits from non-formal digital training sessions in later life: views of older adult learners, peer tutors, and teachers. *International Journal of Lifelong Education*, 40(2), 155–169. <https://doi.org/10.1080/02601370.2021.1919768>.*
- Pihlainen-Bednarik, K. & Keinonen, T. (2011). Sixth graders' understanding of their own learning: A case study in environmental education course. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(1), 59–78. Publikationsarkivet ERIC: <https://eric.ed.gov/?id=EJ930280>.*
- Piispa-Hakala, S., Kontkanen, S., Valtonen, T., Veermans, M., Korhonen, T., Järvinen, J-P., Lahti, A., & Sormunen, K. (2023). Luokanopettajan ammatillinen toimijuus opetuksen digipedagogisessa kehittämisessä. I Kontkanen, S., Piispa-Hakala, S., & Havu-Nuutinen, S. (red.) (2023). *Oppimisen muuntuvat maisemat*. Suomen kasvatustieteellinen seura, 319–348.*
- 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. (2021). 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 International Journal on Math Science and Technology Education*, 9(1), 366–396. <https://doi.org/10.31129/lumat.9.1.1355>.*
- Pöysä, S., Pakarinen, E., & Lerkkanen, M.-K. (2022). Profiles of work engagement and work-related effort and reward among teachers: Associations to occupational well-being and leader–follower relationship during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology*, 13, 861300. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.861300>
- Pöysä, S., Pakarinen, E., & Lerkkanen, M.-K. (2023a). Huoltajien näkemyksiä lapsensa oppimisesta etäopetuksessa ja lapsen tuen tarpeiden heijastuminen niihin. *Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti: NMI-bulletin*, 33(4), 143–158. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-202402191932>
- Pöysä, S., Pakarinen, E., & Lerkkanen, M.-K. (2023b). Psykososiaalisen hyvinvoinnin heijastuminen oppilaiden kokemuksiin kevään 2020 etäopetuksesta. *Kasvatus*, 54(4), 311–325. <https://doi.org/10.33348/kvt.138068>
- Puolakanaho, A., & Latvala, J.-M. (2017). Embedding preschool assessment methods into digital learning games to predict early reading skills. *Human Technology*, 13(2), 216–236. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.201711104212>.*
- Randolph, J., Kangas, M., & Siklander, P. (2013). Creative and playful learning on technology-enriched playgrounds: An international investigation. *Interactive Learning Environments*, 24(3), 409–422. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.860902>.*
- 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>
- Remillard, J. T., Van Steenbrugge, H., Machalow, R., Koljonen, T., Krzywacki, H., Condon, L. & Hemmi, K. (2021). Elementary teachers' reflections on their use of digital instructional resources in four educational contexts: Belgium, Finland, Sweden, and U.S.. *ZDM Mathematics Education*, 53, 1331–1345. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01295-6>.*

- Richardson, U., & Lyytinen, H. (2014). The GraphoGame Method: The Theoretical and Methodological Background of the Technology-Enhanced Learning Environment for Learning to Read. *Human Technology*, 10(1), 39–60. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.201405281859>.*
- Rikala, J. (2014). Evaluating QR code case studies using a mobile learning framework. I I. A. Sánchez, & P. Isaías (red.). (2014). *Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Learning*. IADIS Press, 199–206. Publikationsarkivet ERIC: <https://eric.ed.gov/?id=ED557210>.*
- Rikala, J., Hiltunen, L. & Vesisenaho, M. (2014). Teachers' attitudes, competencies, and readiness to adopt mobile learning approaches. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044408>.*
- Rikala, J., & Kankaanranta, M. (2014). The Nature Tour mobile learning application: Implementing the mobile application in Finnish early childhood education settings. I S. Zvacek, M. T. Restivo, J. Uhomobhi, & M. Helfert (red.) (2014). *CSEDU 2014: Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education* (Vol. 3). SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 171–178. <https://doi.org/10.5220/0004777201710178>.*
- Ronimus, M., Tolvanen, A. & Hautala, J. (2022). The roles of motivation and engagement in computer-based assessment of children's reading comprehension. *Learning and Individual Differences*, 98(2), artikel 102197. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102197>.*
- Räsänen, S., Korkeamäki, R., & Dreher, M. J. (2016). Changing literacy practices according to the Finnish core curriculum. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(2), 198–214. <https://doi.org/10.1080/1350293x.2014.996421>.*
- Saarinen, A. (2021). Long-term use of ePortfolios in craft education among elementary school students: Reflecting the level and type of craft learning activities. *Design and Technology Education: An International Journal*, 26(1), 12–28. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DesignTechnologyEducation/article/view/1236>.*
- Saarinen, A., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2017). The functions and benefits of the ePortfolio in craft education at the primary level. *Design and Technology Education: An International Journal*, 21(3), 29–40. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DesignTechnologyEducation/article/view/1582>.*
- Saastamoinen, U., Eronen, L., Juvonen, A., & Vahimaa, P. (2022). Wellbeing at the 21st century innovative learning environment called learning ground. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 16(2), 239–252. <https://doi.org/10.1108/jrit-03-2022-0012>.*
- Sadeghi, K., & Thomas, M. (toim.) (2023). *Second language teacher professional development: Technological innovations for post-emergency teacher education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-12070-1>.*
- Saine, N.L., Lerkkanen, M-K., Ahonen, T., Tolvanen, A. & Lyytinen, H. (2011). Computer-assisted remedial reading intervention for school beginners at risk for reading disability. *Child Development* 82, 1013-1028. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01580.x>
- Salmela-Aro, K., Muotka, J., Alho, K., Hakkarainen, K., & Lonka, K. (2016). School burnout and engagement profiles among digital natives in Finland: a person-oriented approach. *European Journal of Developmental Psychology*, 13(6), 704–718. <https://doi.org/10.1080/17405629.2015.1107542>.*
- Salmela-Aro, K., Upadyaya, K., Ronkainen, I., & Hietajärvi, L. (2022). Opettajien työn imu ja työuupumus koronapandemian aikana. *Kasvatus*, 53(5), 498–512. <https://doi.org/10.33348/kvt.125525>
- Salmela-Aro, K., Upadyaya, K., Vinni-Laakso, J., & Hietajärvi, L. (2021). Adolescents' longitudinal school engagement and burnout before and during COVID-19: The role of socio-emotional skills. *Journal of Research on Adolescence*, 31, 796–807. <https://doi.org/10.1111/jora.12654>
- Sannino, A., Engeström, Y., & Jokinen, E. (2021). Digital peer learning for transformative professional agency: The case of homelessness practitioners in Finland. *British Journal of Educational Technology*, 52(4), 1612–1628. <https://doi.org/10.1111/bjet.13117>.*
- Schult, J., Mahler, N., Fauth, B., & Lindner, M. (2022). Did students learn less during the COVID-19 pandemic? Reading and mathematics competencies before and after the first pandemic wave. *School Effectiveness and School Improvement*, 33, 544–563. <https://doi.org/10.1080/09243453.2022.2061014>
- Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2012). Collaborative design practices in technology mediated learning. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(1), 54–65.*
- Seitamaa-Hakkarainen, P., Viilo, M., & Hakkarainen, K. (2008). Learning by collaborative designing: Technology-enhanced knowledge practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(2). 109–136. <https://doi.org/10.1007/s10798-008-9066-4>.*
- Seo, Y-J., & Bryant, D.P. (2009). Analysis of studies of the effects of computer-assisted instruction on the mathematics performance of students with learning disabilities. *Computers and Education*, 53, 913–928. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.002>

- Sharma, R. C. (toim.) (2018). *Innovative applications of online pedagogy and course design*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5466-0>.*
- Sipilä, K. (2011). No pain, no gain? Teachers implementing ICT in instruction. *Interactive Technology and Smart Education*, 8(1), 39–51. <https://doi.org/10.1108/17415651111125504>.*
- Sipilä, K. (2013). 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>.*
- Skar, G. B., Graham, S., & Huebner, A. (2023). The long-term effects of the COVID-19 pandemic on children's writing: A follow-up replication study. *Educational Psychology Review*, 35, artikel 15. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09729-1>
- Sorkkila, M., Alasuutari, M., Lammi-Taskula, J., Pakarinen, E., Kiuru, N., & Aunola, K. (2023). Vanhempien uupumus ja etäopetusjärjestelyt Covid-19 poikkeusaikana. *Kasvatus*, 54(2), 101–117. <https://doi.org/10.33348/kvt.129150>
- Sorkkila, M., & Aunola, K. (2021). Resilience and parental burnout among Finnish parents during the COVID-19 pandemic: Variable and person-oriented approaches. *The Family Journal: Counseling and Therapy for Couples and Families*, 30(2), 139–147. <https://doi.org/10.1177/10664807211027307>
- Sormunen, E., Erdmann, N., Otieno, S., Mikkilä-Erdmann, M., Laakkonen, E., Mikkonen, T., Hossain, M. A., González-Ibáñez, R., Gatica, M. Q., Leppänen, P. H. T., & Vauras, M. (2021). How do gender, Internet activity and learning beliefs predict sixth-grade students' self-efficacy beliefs in and attitudes towards online inquiry? *Journal of Information Science*, 49(5), 1246–1261. <https://doi.org/10.1177/01655515211043708>.*
- Sormunen, K., Lavonen, J., & Juuti, K. (2019). Overcoming learning difficulties with smartphones in an inclusive primary science class. *Journal of Education and Learning*, 8(3), 21–21. <https://doi.org/10.5539/jel.v8n3p21>.*
- Sothayapetch, P., & Lavonen, J. (2022). Technological pedagogical content knowledge of primary school science teachers during the COVID-19 in Thailand and Finland. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 18(7), em2124. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12118>.*
- Sourander, A., Ishikawa, S., Ståhlberg, T. H., Kishida, K., Mori, Y., Matsubara, K., Zhang, X., Hida, N., Korpilahti-Leino, T., Ristkari, T., Torii, S., Gilbert, S., Hinkka-Yli-Salomäki, S., Savolainen, H., & Närhi, V. (2024). Cultural adaptation, content, and protocol of a feasibility study of school-based "Let's learn about emotions" intervention for Finnish primary school children. *Frontiers in Psychiatry*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1334282>.*
- Spitzer, M. W. H., & Musslick, S. (2021). Academic performance of K-12 students in an online-learning environment for mathematics increased during the shutdown of schools in wake of the COVID-19 pandemic. *PLoS ONE*, 16(8), e0255629. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255629>
- Syvänen, A., Mäkinen, J. P., Syrjä, S., Heikkilä-Tammi, K., & Viteli, J. (2016). When does the educational use of ICT become a source of technostress for Finnish teachers. *International Journal of Media and Lifelong Learning*, 12(1), 1–15. <http://dx.doi.org/10.7577/seminar.2281>.*
- Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S-S., Kaarakainen, M-T. & Viteli, J. (2020). *Digiajan peruskoulu II: Vuoden 2020 loppuraportin päätulokset ja kokonaiskuva perusopetuksen digitalisaatiosta*. Undervisnings- och kulturministeriet. Publikationsarkivet Valto: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-835-9>. *
- Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S-S., Kaarakainen, M-T., Viteli, J., Syvänen, A., & Kivinen, A. (2019). *Digiajan peruskoulu*. Undervisnings- och kulturministeriet. Publikationsarkivet Valto: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-634-8>. *
- Toyama, H., Upadaya, K., & Salmela-Aro, K. (2022). Job crafting and well-being among school principals: The role of basic psychological needs satisfaction and frustration. *European Management Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2021.10.003>
- Turunen, I. (2019). Computer-assisted use of reading-through-writing method in relation to technical literacy and reading motivation. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 2(1), 42-59. <https://www.ijte.net/index.php/ijte/article/view/11>. *
- Tuukkanen, T., & Wilska, T-A. (2015). Online environments in children's everyday lives: Children's, parents' and teachers' points of view. *Young Consumers: Insight and Ideas for Responsible Marketers*, 16(1), 3–16. <https://doi.org/10.1108/YC-03-2014-00430>.*
- Vartiainen, J., & Aksela, M. (2019). Science at home: parents' need for support to implement video-based online science club with young children. *LUMAT International Journal on Math Science and Technology Education*, 7(1), 59–78. <https://doi.org/10.31129/lumat.7.1.349>.*
- Vartiainen, H., & Enkenberg, J. (2013). Learning from and with museum objects: design perspectives, environment, and emerging learning systems. *Education Technology Research and Development*, 61(5), 841–862. <https://doi.org/10.1007/s11423-013-9311-8>.*
- Vartiainen, H., Leinonen, T., & Nissinen, S. (2019). Connected learning with media tools in kindergarten: an illustrative case. *Educational Media International*, 56(3), 233–249. <https://doi.org/10.1080/09523987.2019.1669877>.*

- Vartiainen, H., & Tedre, M. (2023). Using artificial intelligence in craft education: crafting with text-to-image generative models. *Digital Creativity*, 34(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/14626268.2023.2174557>.*
- Vartiainen, H., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020). Learning machine learning with very young children: Who is teaching whom? *International Journal of Child-Computer Interaction*, 25, 100182. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100182>.*
- Vartiainen, H., Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., & Valtonen, T., International (2021), Machine learning for middle schoolers: Learning through data-driven design. *Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100281>.*
- Vepsäläinen, H., Skaffari, E., Wojtkowska, K., Barlińska, J., Kinnunen, S., Makkonen, R., Heikkilä, M., Lehtovirta, M., Ray, C., Suhonen, E., Nevalainen, J., Sajaniemi, N., & Erkkola, M. (2022). A mobile app to increase fruit and vegetable acceptance among Finnish and Polish preschoolers: Randomized trial. *JMIR Mhealth and Uhealth*, 10(1), e30352. <https://doi.org/10.2196/30352>.*
- Vessonen, T., Hakkarainen, A., Väisänen, E., Laine, A., Aunio, P., & Gagnon, J. C. (2021). Differential effects of virtual and concrete manipulatives in a fraction intervention on fourth and fifth grade students' fraction skills. *Investigations in Mathematics Learning*, 13(4), 323–337. <https://doi.org/10.1080/19477503.2021.1982586>.*
- Viilo, M., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2016). Long-term teacher orchestration of technology-mediated collaborative inquiry. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(3), 407–432. <https://doi.org/10.1080/00313831.2016.1258665>.*
- Vuorio, J., Ranta, M., Koskinen, K., Nevalainen-Sumkin, T., Helminen, J., & Miettunen, A. (2021). Etäopetuksen tilannekuva koronapandemiassa 2020. *Raportit ja selvitykset 2021:4*. Helsingfors: Utbildningsstyrelsen. <https://www.oph.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/etaopetuksen-tilannekuva-koronapandemiassa-vuonna-2020>.
- Väätäjä, J. (2023). A community of practice approach to the co-development of digital pedagogy: a case study of primary school teacher education practicum. *European Journal of Teacher Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2198102>.*
- Wiklund-Engblom, A., Hiltunen, K., Hartvik, J., Porko-Hudd, M., & Johansson, M. (2014). 'Talking Tools': Sloyd Processes Become Multimodal Stories with Smartphone Documentation. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 6(2), 41–57. <https://doi.org/10.4018/ijmbl.2014040104>.*
- Wu, L., Looi, C.-K., Multisilta, J., How, M.-L., Choi, H., Hsu, T., & Tuomi, P. (2019). 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>.*
- Zabolotna, K., Malmberg, J., & Järvenoja, H. (2023). Examining the interplay of knowledge construction and group-level regulation in a computer-supported collaborative learning physics task. *Computers in Human Behavior*, 138, 107494. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107494>.*
- Özgem, K., & Akçıl, U. (2022). An investigation of preschool level out-of-class education activities in Finland, Estonia, Ireland, and Turkey within the framework of 21st century skills. *Sustainability*, 14(14), 8736–8736. <https://doi.org/10.3390/su14148736>.*

Online
ISBN 978-952-13-6981-0
ISSN 1798-8926