



**TURUN
YLIOPISTO**
UNIVERSITY
OF TURKU

Tiedelukutaidon opetus ja oppiminen alakoulussa

Kehittämistutkimus ekologisessa
viitekehyksessä

Anni Vidbäck



**TURUN
YLIOPISTO**
UNIVERSITY
OF TURKU

TIEDELUKUTAIDON OPETUS JA OPPIMINEN ALAKOULUSSA

Kehittämistutkimus ekologisessa viitekehyksessä

Anni Vidbäck

Turun yliopisto

Kasvatustieteiden tiedekunta
Opettajankoulutuslaitos
Kasvatustiede
Oppimisen, opetuksen ja oppimisympäristöjen tutkimuksen tohtoriohjelma (OPPI)

Työn ohjaajat

Professori Mirjamaija Mikkilä-Erdmann
Turun yliopisto

Yliopistotutkija, KT Tuike Iiskala
Turun yliopisto

Tarkastajat

Professori Tuija Turunen
Lapin yliopisto

Dosentti Sari Harmoinen
Oulun yliopisto

Vastaväittäjä

Professori Tuija Turunen
Lapin yliopisto

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck-järjestelmällä.

ISBN 978-952-02-0641-3 (Painettu)

ISBN 978-952-02-0642-0 (PDF)

ISSN 0082-6987 (Painettu)

ISSN 2343-3191 (Sähköinen)

Painosalama, Turku, Suomi 2026

TURUN YLIOPISTO

Kasvatustieteiden tiedekunta

Opettajankoulutuslaitos

Kasvatustiede

ANNI VIDBÄCK: Tiedelukutaidon opetus ja oppiminen alakoulussa: kehittämistutkimus ekologisessa viitekehyksessä

Väitöskirja, 163 s.

Oppimisen, opetuksen ja oppimisympäristöjen tutkimuksen tohtoriohjelma (OPPI)

Huhtikuu 2026

TIIVISTELMÄ

Tämän väitöstutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten tiedelukutaidon opetusta ja oppimista voi kehittää alakoulun 5.–6.-luokilla. Oppilaat tarvitsevat tiedelukutaitoa eli käsitteellistä tietoa, monilähteistä lukutaitoa ja tieteeseen sitoutuvan asenteen pyrkiessään ymmärtämään ja ratkomaan erilaisia ongelmia nykypäivän tietotulvassa. Väitöstutkimus nojaa ekologiseen viitekehykseen (Gibson, 1977, 1979), jonka mukaan opetus ja oppiminen kehittyvät opettajien, oppilaiden ja ympäristön välisessä vuorovaikutuksessa.

Väitöstutkimus soveltaa kehittämistutkimuksen strategiaa ja koostuu kolmesta osatutkimuksesta. Osatutkimuksessa I selvitettiin opettajien kokemia tiedelukutaidon opetuksen haasteita haastatteluaineiston avulla. Opettajien haastattelulitteraatiit (n=4) analysoitiin sisällönanalyysia soveltaen. Tutkimusaineistosta tunnistettiin kaksi tiedelukutaidon opetuksen haasteiden ulottuvuutta: oppilaiden osaaminen ja pedagogiset resurssit. Oppilaiden osaamisen haasteet ilmenivät tiedoissa, taidoissa ja asenteissa, ja opettajien kokemusten mukaan ne kytkeytyivät toisiinsa. Pedagogisten resurssien osalta keskeisiä haasteita olivat opettajan osaamisen ja oppimateriaalien puutteet sekä internetin haastavuus oppimisympäristönä.

Osatutkimuksissa II ja III keskityttiin kokeilemaan ja arvioimaan holistiseen orientaatioon (oppiaineintegraatio ja kokotehtävämalli) perustuvaa tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa. Osatutkimuksessa II tutkittiin opettajien positioitumista kokeilussa. Keskiössä oli opettajan havaitseman tarjouman ja opettajan toimijuuden merkitys position rakentumisessa. Tutkimusaineisto koostui opettajien kyselyvastauksista (n=213), jotka analysoitiin positiointianalyysillä. Tutkimusaineistosta tunnistettiin neljä opettajapositiota: sopeutuja, soveltaja, alistuja, suodattaja. Tarjouman havaitsemista näytti suuntaavan opettajan yksilöllinen orientaatio. Toimijuuden ilmaisussa merkitykselliseksi nousi puolestaan se, miten tukeutunut opettaja oli kokeilemaansa lähestymistapaan.

Osatutkimuksessa III keskityttiin oppilaiden oppimiseen. Tarkastelun kohteena oli, miten oppilaiden käsitykset eläinten sopeutumisesta sekä intertekstuaaliset integrointitaidot kehittyivät tiedelukutaitokokeilussa. Lisäksi tarkasteltiin käsitysten ja taitojen kehittymisen yhteyttä. Tutkimusaineistona oli oppilaiden alku- ja loppumittausvastaukset (n=980). Aineiston analyysi oli kaksivaiheinen: ensin sovellettiin laadullista teorialähtöistä sisällönanalyysia, minkä jälkeen hyödynnettiin tilastollisia

analyysimenetelmiä. Tulokset osoittivat tilastollisesti merkitsevää kehitystä oppilaiden käsityksissä ja taidoissa, mutta molempien taso pysyi melko alhaisena sekä alku- että loppumittauksessa. Oppilaiden käsitysten ja taitojen kehittymisen välillä ei ilmennyt korrelaatiota. Oppilaan käsitys saattoi siis kehittyä, mutta intertekstuaaliset integrointitaidot eivät kehittyneet samaan tahtiin tai päinvastoin.

Väitöstutkimuksen tulokset osoittavat, että tiedelukutaidon opetuksessa ja oppimisessa on haasteita. Holistisella pedagogisella lähestymistavalla on potentiaalia opetuksen ja oppimisen kehittämisessä, mutta uuden lähestymistavan käyttöönotto edellyttää vahvaa tukea niin opettajalle kuin oppilaalle. Erityisen tärkeää on tukea opettajien ja oppilaiden havaintoja ja tulkintoja pedagogisen lähestymistavan tarjoumista. Oppilaiden käsitysten ja taitojen kehittyminen edellyttää systemaattista, tasapainoista ja pitkäjänteistä harjoittelua. Tuloksia tarkasteltaessa on tärkeää muistaa, että tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa on vain yksi osa kompleksista ja dynaamista luokkahuoneympäristöä, jossa opetuksen ja oppimisen kehittyminen riippuu monien tekijöiden yhteisvaikutuksesta.

ASIASANAT: tiedelukutaito, pedagoginen lähestymistapa, opetus, oppiminen, opetuksellinen kehittämistutkimus, alakoulu, ekologinen viitekehys, tarjouma, toimijuus

UNIVERSITY OF TURKU

Faculty of Education

Department of Teacher Education

Education

ANNI VIDBÄCK: Teaching and Learning Science Literacy in Primary

School: Educational Design Research in Ecological Framework

Doctoral Dissertation, 163 pp.

Doctoral Programme on Learning, Teaching and Learning Environments
Research (OPPI)

April 2026

ABSTRACT

This doctoral dissertation aims to investigate how the teaching and learning of science literacy can be developed in grades 5–6 of primary school. Students require science literacy, comprising conceptual knowledge, multiple-source reading skills, and engagement with science, when seeking to understand and address various problems in today's information-rich environment. The study is grounded in an ecological framework (Gibson, 1977, 1979), which views teaching and learning as emerging through interactions between teachers, students, and the environment.

The dissertation applies an educational design research strategy and consists of three sub-studies. Sub-study I examined the challenges teachers experience in teaching science literacy using interview data. Teachers' interview transcripts (n=4) were analyzed using an inductive content analysis. The analysis identified two dimensions of challenges in teaching science literacy: students' competence and pedagogical resources. Challenges in students' competence were evident in knowledge, skills, and attitudes, and according to teachers' experiences, these aspects were interconnected. Regarding pedagogical resources, the main challenges included insufficient teachers' expertise and learning materials, and the complexity of the Internet as a learning environment.

Sub-studies II and III focused on experimenting with and evaluating a pedagogical approach to science literacy based on a holistic orientation (subject integration and the whole-task model). Sub-study II examined teachers' positioning in the intervention. The focus was on the role of the perceived affordances and the expressed agency. The data consisted of teachers' questionnaire answers (n=213), which were analyzed through positioning analysis. Four teacher positions were identified from the data: adapter, applier, subordinate, and filter. The perception of the affordance appeared to be guided by the teacher's individual orientation, while the expression of agency depended on the extent to which teachers relied on the pedagogical approach.

Sub-study III focused on students' learning. The study examined how students' conceptions of animal adaptation and their intertextual integration skills developed during the science literacy intervention. In addition, the relationship between the development of conceptions and skills was investigated. The data consisted of students' pre- and post-test responses (n=980). The analysis was conducted in two

phases: first, a qualitative, theory-driven content analysis was applied, followed by statistical analyses. The results showed statistically significant development in students' conceptions and skills, although the levels remained relatively low in both the pre- and post-tests. No correlation was found between the development of conceptions and skills. In other words, a student's conceptual understanding could improve without a corresponding development in intertextual integration skills, or vice versa.

The results of this dissertation indicate that teaching and learning science literacy present challenges. A holistic pedagogical approach has the potential to enhance teaching and learning, but implementing a new pedagogical approach requires strong support for both teachers and students. It is particularly important to support teachers' and students' observations and interpretations of the affordances of the pedagogical approach. The development of students' conceptions and skills requires systematic, balanced, and sustained practice. When interpreting the results, it is important to remember that the pedagogical approach to science literacy is only part of a complex and dynamic classroom environment, where the development of teaching and learning depends on the interplay of multiple factors.

KEYWORDS: science literacy, pedagogical approach, teaching, learning, educational design research, primary school, ecological approach, affordance, agency

Kiitokset

Tämä väitöstutkimusmatka ei olisi ollut mahdollinen ilman yhteistyötä ja lukuisien ihmisten tukea. Haluan esittää lämpimät kiitokseni kaikille teille, jotka olette ohjanneet, rohkaisseet, kannustaneet ja kulkeneet rinnallani tällä matkalla.

Lämpimät kiitokset ohjaajilleni, professori Mirjamaija Mikkilä-Erdmannille ja yliopistotutkija, KT Tuike Iiskalalle. Arvostan suuresti lukuisia keskustelujamme, jotka ovat haastaneet minua laajentamaan ja syventämään ajatteluaani. Mirjamaija, kokonaisvaltainen asiantuntemuksesi ja ratkaisukeskeisytesi ovat luotsanneet väitöstutkimustani eteenpäin myös haastavina hetkinä. Kiitos, että olet luonut minulle mahdollisuuksia kehittyä tutkijana ja luottanut potentiaaliini. Tuike, sitoutumisesi ja täsmällisyytesi ovat olleet suuri tuki koko prosessin ajan. Kiitos, että olet aina paneutunut käsikirjoituksiini huolellisesti ja tarjonnut minulle runsaasti konkreettisia vinkkejä niiden kehittämiseksi.

Vilpittömät kiitokset professori Tuija Turuselle ja dosentti Sari Harmoiselle väitöskirjani esitarkastamisesta. Arvostan sitä, että käytitte aikaanne ja paneuduite väitöskirjaani. Rakentavat huomionne auttoivat minua viimeistelemään väitöskirjani lopulliseen muotoonsa. Erityinen kiitos Tuija Turuselle vastaväittäjäkseni lupautumisesta.

Suuret kiitokset Turun yliopistolle, Turun yliopiston jatko-opintokoulutukselle (UTUGS) ja OPPI-tutkimusohjelmalle, jotka mahdollistivat väitöskirjaprosessini. Erityinen kiitos Oppiminen, opetus ja oppimisympäristöt -tutkimusohjelmalle (OPPI) taloudellisesta tuesta, jonka ansiosta pystyin keskittymään väitöskirjan kirjoittamiseen kokopäiväisesti yli kaksi vuotta. Kiitos kaikille tohtoriopintoihin kuuluvien kurssien opettajille. Kiitos myös Anne Niemimäelle ja Sanna Niukolle neuvoistanne opintojeni hallinnollisissa asioissa.

Lämmin kiitos kaikille niille yhteisöille, joihin olen saanut kuulua väitöskirjaprosessini aikana. On ollut suuri etuoikeus työskennellä Strategisen neuvoston rahoittamassa FINSCI-hankkeessa ja tehdä väitöskirja hankkeesta inspiroituneena. Ilmapiiiri hankeyhteisössä on ollut sydäntä lämmittävän kannustava ja tarjonnut erinomaiset puitteet väitöstutkimuksen tekemiselle. Suuri kiitos siitä FINSCI-hankkeen johtajalle Johanna Kaakiselle ja ihan jokaiselle hankkeen jäsenelle. Lämpimin kiitos Mirjamaija Mikkilä-Erdmannin johtaman osahanke 3:n tutkimusryhmälle. On ollut

ilo työskennellä innostuneiden ja osaavien kollegoiden kanssa. Tutkimusryhmämme moninainen asiantuntijuus on tarjonnut minulle arvokasta oppia ja uusia näkökulmia tutkimustyöhöni. Erityinen kiitos Eero Laakkoselle ja Norbert Erdmannille panoksestanne väitöskirjani III osatutkimuksen käsikirjoitukseen. Hankkeen puitteissa olen saanut, väitöskirjani lisäksi, osallistua useiden kiinnostavien tutkimusartikkelien yhteiskirjoittamiseen. Lämmin kiitos, että olen saanut vaihtaa ajatuksia ja kirjoittaa kanssanne, Mirva Heikkilä, Miira Häkkinen, Heli Kallio ja Henna Vilppu.

Kiitos kaikille Mirjamaija Mikkilä-Erdmannin tohtoriseminaareissa mukana olleille. Antoisat keskustelumme ja kannustuksenne ovat auttaneet tutkimusmatkallani. Erityinen kiitos Miira Häkkiselle ystävydestä ja korvaamattomasta vertaistuesta. Kiitos, että olet kuunnellut, ymmärtänyt ja tukenut minua kaikissa tutkimusmatkani ylä- ja alamäissä.

Suuri kiitos kaikille niille alakoulujen opettajille ja oppilaille, jotka osallistuivat väitöskirjani osatutkimuksiin. Ilman teitä väitöskirjaa ei olisi syntynyt. Kiitos myös kaikkien osallistuneiden kuntien sivistystoimille myötämielisyydestä tutkimusta kohtaan sekä yhteistyöstä tutkimuslupaprosesseissa.

Sydämellinen kiitos perheelleni, sukulaisilleni ja kaikille ystävilleni. Arvostan suuresti sitä, että olette olleet kiinnostuneita tutkimuksestani ja sen etenemisestä. Erityinen kiitos Taina Jyräkoskelle ja Suvi Rainiolle pitkäaikaisesta ystävydestä ja myötäelämisestä väitöstutkimusmatkani haasteiden ja onnistumisten hetkillä. Kiitos sisarelleni Mari Asunmaalle ajatuksiani rikastaneista keskusteluista koulutuksen kysymysten äärellä. Kiitos vanhemmilleni, Hilka ja Ari Kolehmaiselle, kaikesta rakkaudestanne ja tuestanne. Yksi merkittävimmistä lähtökohdista väitöstutkimusmatkalleni on se, että olette aina arvostaneet koulutusta ja uskoneet minuun.

Lopuksi kalleimpani, Tomi, Oona ja Onni. Rakkautenne, tukenne ja kannustuksenne ovat kantaneet minua koko matkani ajan. Kiitos, että olette kulkeneet rinnallani – kärsivällisesti kuunnelleet loputtomia väitöstutkimukseeni liittyviä pohdintojani ja iloinneet kanssani sen edistysaskelista. Ennen kaikkea kiitos, että muistutatte minua siitä, mikä on lopulta kaikkein tärkeintä.

Porissa, 31.3.2026

Anni Vidbäck

Sisällys

Kiitokset	7
Sisällys	9
Osajulkaisuluettelo	12
1 Johdanto	13
2 Tiedelukutaito	17
2.1 Tiedelukutaito-käsitteen tausta	17
2.2 Tiedelukutaito-käsitteen moniulotteisuus	18
2.3 Käsitteiden ymmärtäminen osana tiedelukutaitoa	22
2.4 Monilähteinen lukutaito osana tiedelukutaitoa	24
2.5 Tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen haasteet	27
2.6 Holistinen lähestymistapa tiedelukutaidon opetukseen ja oppimiseen.....	30
3 Ekologinen viitekehys tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämiseen	32
3.1 Ekologisen viitekehysten soveltaminen kasvatustieteessä.....	32
3.2 Tarjouman käsite ja merkitys tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kontekstissa	33
3.3 Toimijuuden käsite ja merkitys tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kontekstissa	35
4 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	37
5 Metodologisenä viitekehystenä opetuksellinen kehittämistutkimus	39
5.1 Opetuksellinen kehittämistutkimus	39
5.2 Tutkimus- ja kehittämisprosessi.....	42
5.3 Tiedelukutaitoprojekti	44
5.4 Tutkimusaineistot	46
5.5 Aineistojen analysointi.....	49
5.6 Tutkimusmenetelmien yhteenveto	53
5.7 Eettiset näkökohdat.....	53
6 Tulosten yhteenveto	56

6.1	Opettajien kokemukset tiedelukutaidon opetuksen haasteista (osatutkimus I)	56
6.2	Tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa opettajien tukena: Opettajien positioituminen tiedelukutaitoprojektissa (osatutkimus II)	57
6.3	Tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa oppilaiden tukena: Oppilaiden oppiminen tiedelukutaitoprojektissa (osatutkimus III)	60
7	Johtopäätökset ja pohdinta	62
7.1	Teoreettinen ja metodologinen kontribuutio	62
7.2	Pedagoginen kontribuutio	64
7.3	Tutkimuksen luotettavuuden pohdintaa	67
7.4	Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan jatkokehitys ja jatkotutkimusehdotukset	72
	Lähteet	74
	Liitteet	89
	Liite 1. Osatutkimus I: Opettajien haastattelurunko.	89
	Liite 2. Osatutkimus II: Opettajien kyselyn avoimet kysymykset. ...	90
	Liite 3. Osatutkimus III: Oppilaiden alku- ja loppumittauksen tutkiva tehtävä ja ohjeet.	91
	Alkuperäisjulkaisut	93

Taulukkoluetelo

Taulukko 1.	Kehittämistutkimusta ohjaavien periaatteiden toteutuminen tässä tutkimuksessa.	41
Taulukko 2.	Tutkivien tehtävien opetuskertakohtaiset painopistealueet.	45
Taulukko 3.	Kuvaus ja aineistoesimerkit SOLO-tasoista (Vidbäck ym., arvioitavana).	51
Taulukko 4.	Aineistot ja analyysimenetelmät osatutkimuksissa.	53
Taulukko 5.	Opettajien kokemat tiedelukutaidon opetuksen haasteet.	56
Taulukko 6.	Kuvailevat tilastot oppilaiden pistemääristä käsitteen määrittely- ja yhteenvetotehtävissä sekä alku-loppumittausvertailu (Vidbäck ym., arvioitavana).	60
Taulukko 7.	Esimerkkejä oppilaiden vastauksista, alku-loppumittausvertailu (Vidbäck ym., arvioitavana).	61

Kuvioluettelo

Kuvio 1.	Tiedelukutaidon osa-alueet (mukaillen Vidbäck ym., 2023).	20
Kuvio 2.	Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan tutkimus- ja kehittämisprosessi.	42
Kuvio 3.	Tutkimusasetelma.	49
Kuvio 4.	Opettajien positiot suhteessa tiedelukutaidon pedagogiseen lähestymistapaan (Vidbäck ym., 2025).	59

Osajulkaisuluettelo

Väitöskirjan yhteenveto-osa perustuu seuraaviin alkuperäisjulkaisuihin, joihin viitataan tekstissä roomalaisilla numeroilla I–III.

- I Vidbäck, A., Iiskala, T. & Mikkilä-Erdmann, M. (2023). Opettajien kokemuksia tiedelukutaidon opetuksen haasteista alakoulussa. *Ainedidaktikka*, 7(2): 3–23. <http://dx.doi.org/10.23988/ad.130713>
- II Vidbäck, A., Mikkilä-Erdmann, M. & Iiskala, T. (2025). Luokanopettajien positioituminen tiedelukutaitoprojektissa: Havaittujen tarjoumien ja toimijuiden merkitys. *Kasvatus*, 56(4): 504–519. <https://doi.org/10.33348/kvt.145987>
- III Vidbäck, A., Iiskala, T., Laakkonen, E., Erdmann, N. & Mikkilä-Erdmann, M. (arvioitavana). Development of primary students' conceptions of animal adaptation and intertextual integration skills in a science literacy project.

Artikkelien käyttöön väitöskirjan osajulkaisuina on saatu kustantajien lupa.

Väitöskirjan tekijä on toiminut kaikissa artikkeleissa ensimmäisenä vastuukirjoittajana. Väitöskirjan tekijä on vastannut tutkimusaineistojen keräämisestä, laadullisen ja määrällisen aineiston analysoinnista ja raportoinnista. Ohjaajat Mirjamaija Mikkilä-Erdmann ja Tuike Iiskala ovat osallistuneet kaikissa kolmessa osatutkimuksessa tutkimusten suunnitteluun, käsikirjoitusten kommentointiin ja viimeistelyyn. Kolmannessa, arvioitavana olevassa, käsikirjoituksessa väitöskirjatutkija on tehnyt tilastolliset SPSS-analyysit itsenäisesti ja tilastolliset MPlus-analyysit yhdessä Eero Laakkosen kanssa. Norbert Erdmann on osallistunut datan hallintaan sekä vastannut aineistonkeruujärjestelmien teknisestä toteutuksesta. Lisäksi Eero Laakkonen ja Norbert Erdmann ovat osallistuneet kolmannen käsikirjoituksen kommentointiin.

1 Johdanto

Tämän väitöstutkimuksen tavoitteena on tutkia, miten tiedelukutaidon opetusta ja oppimista voi kehittää alakoulun 5.–6.-luokilla. Tiedelukutaito ymmärretään tässä tutkimuksessa sellaisten tietojen, taitojen ja asenteiden kokonaisuudeksi, jotka mahdollistavat tutkitun tiedon ymmärtämisen ja soveltamisen niin arjessa kuin yhteiskunnassa (Almeida ym., 2023; Sjöström, 2024). Nykypäivän tietoympäristössä tiedelukutaito edellyttää käsitteellistä tietoa (Roberts, 2007; Osborne & Allchin, 2024; Rudolph, 2022; Sjöström, 2024), digitaalisen ja siten monilähteen lukemisen ja kirjoittamisen taitoja (Britt ym., 2014; Sjöström, 2024), sekä tieteeseen ja lukuprosessiin sitoutuvan asenteen (Norris & Phillips, 2003; Osborne & Allchin, 2024; Rudolph, 2022). Tiedelukutaitoa on oleellista tukea formaalissa opetuksessa, sillä esimerkiksi tieteellisiä käsitteitä ei omaksuta arkipäivän vuorovaikutuksessa (esim. Amiruddin ym., 2025; Vosniadou, 2017, 2019).

Kasvava tarve vahvistaa oppilaiden tiedelukutaitoa liittyy niin arkipäivän kysymyksiin kuin globaaleihin haasteisiin, joita tulevaisuuden kansalaiset pyrkivät ymmärtämään ja ratkomaan. Oppilaat tarvitsevat ymmärrystä muun muassa ravintoon, terveyteen ja kestävään elämäntapaan liittyvistä ilmiöistä (Blaum ym., 2017) sekä valmiuksia ottaa kantaa ja tehdä näihin ilmiöihin liittyviä valintoja (esim. Griffin ym., 2024). Tämä on keskeistä muun muassa siksi, että heikot taidot arvioida ja ymmärtää esimerkiksi terveyteen liittyvää tietoa näyttäisivät kytkeytyvän heikompaan hyvinvointiin (Paakkari ym., 2025). Nykypäivän haasteena on, että etsiessään tietoa kysymyksiinsä oppilaat kohtaavat tietotulvan, joka sisältää pirstaleista sekä monenlaista, myös virheellistä ja valheellista, tietoa (Osborne & Allchin, 2024). Näin ollen opetuksen tehtävänä on tarjota oppilaille sellaiset tiedolliset, taidolliset ja asenteelliset valmiudet, joiden avulla selviytyä tässä tietotulvassa (Kilag ym., 2023).

Huolimatta tiedelukutaidon merkityksestä, nykypäivän tiedeopetus ei vielä riittävästi valmista oppilaita tietotulvan kohtaamiseen (Osborne & Pimentel, 2023). Aiemmat tutkimukset antavat viitteitä siitä, että oppilaiden tiedelukutaitoon sisältyvät tiedot, taidot ja asenteet ovat monin tavoin puutteelliset (esim. Leino ym., 2021; Primor & Katzir, 2018; Taber, 2017a; Toma, 2022). Oppilaiden on vaikeaa ymmärtää tieteellisiä käsitteitä sekä yhdistellä eri lähteissä sijaitsevaa tietoa (esim. Primor & Katzir, 2018; Taber, 2017a). Myöskään tieteestä innostuminen ja siihen sitoutu-

minen ei toteudu kaikkien oppilaiden kohdalla (esim. Britt ym., 2014). Tietojen, taitojen ja asenteiden puutteet johtavat yhdessä siihen, että oppilaiden on haastavaa hyödyntää tieteellistä tietoa omaksi ja yhteiskunnan hyväksi (Griffin ym., 2012).

Tiedelukutaitoa pyritään vahvistamaan jo alakoulussa, mutta se ei ole opettajalle helppoa. Oppilaiden valmistaminen kompleksisten ilmiöiden ja tietotulvan kohtaamiseen edellyttää opettajalta paitsi syvällisiä sisältötietoja myös pedagogisia taitoja ohjata oppilaiden käsitysten kehittymistä (Amiruddin ym., 2025), lukuprosessia (Patterson ym., 2018) sekä sitoutumista tieteeseen (She ym., 2019). Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että opettajia haastaa tässä tehtävässä muun muassa heidän omien tietojensa ja taitojensa riittämättömyys (esim. Aarnio-Linnavuori, 2016), tiedelukutaidon menetelmien vähäisyys (Rudolph, 2024), internet tieto- ja oppimisympäristönä (Britt ym., 2014; Lavonen, 2020), opetus- ja oppimateriaalien puutteet (esim. Bellová ym., 2018) sekä eri oppiaineiden integrointi (esim. Korhonen & Lavonen, 2017), mikä on oleellista tiedelukutaidon opetuksessa. Opettajilla on taipumusta opettaa esimerkiksi luonnontieteiden sisältötietoja ja lukustrategioita erikseen. Tämä voi johtaa siihen, että oppilaiden on myös vaikeaa hyödyntää näitä tietoja ja taitoja integroidusti arkielämässä. (esim. Dragoş & Mih, 2015.) Näin ollen tiedelukutaidon opetusta on tärkeää tukea uusien pedagogisten lähestymistapojen ja menetelmien avulla, mikä on jäänyt aiemmassa tutkimuksessa vähälle huomiolle (Rudolph, 2024).

Tämän tutkimuksen tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa soveltaa holistista orientaatiota tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen haasteisiin. Holistisuus näkyy siten, että pedagogisessa lähestymistavassa integroidaan laaja-alaisen osaamisen, suomen kielen ja kirjallisuuden sekä ympäristöopin tavoitteita ja sisältöjä. Lisäksi korostetaan tietojen, taitojen ja asenteiden samanaikaista opetusta (esim. Van Merriënboer & Kester, 2008). Näin pyritään välttämään tiedon pirstaloitumista, tietojen, taitojen ja asenteiden eriytymistä sekä vaikeutta soveltaa opittua arkielämään (Van Merriënboer & Kirschner, 2017).

Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan avulla tuetaan sellaisen käsitteellisen tiedon kehittymistä, joka auttaa keskeisten luonnontieteellisten ilmiöiden ymmärtämistä (Osborne & Pimentel, 2023). Lisäksi vahvistetaan lukutaitoja, joita tarvitaan jatkuvasti karttuvan tiedon äärellä digitaalisessa ympäristössä. Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan avulla kehitetään oppilaiden taitoa hakea, arvioida, ymmärtää ja integroida tietoa useista lähteistä (Griffin ym., 2024; Barzilai ym., 2018; Osborne & Pimentel, 2023). Samanaikaisesti tuetaan oppilaiden tieteeseen ja lukemiseen sitoutuvaa asennetta, mikä tukee luotettavan tiedon löytämistä ja omaksumista (Britt & Rouet, 2020).

Aiemmat, holistisuutta soveltavat alakoulun tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen tueksi kehitetyt, pedagogiset lähestymistavat lähestyvät tiedelukutaidon oppimista painettujen lähdetekstien avulla (esim. Cervetti ym., 2012). Digitalisuutta hyö-

dyntävät pedagogiset lähestymistavat on suunnattu lähinnä toiselle asteelle tai korkeakouluihin (esim. Goldman ym., 2019; Wiley ym., 2009). Lisäksi kotimaisen kontekstin huomioivia, lukutaitoa painottavia tiedelukutaidon lähestymistapoja ei juurikaan ole. Tämä tutkimus täydentää aiempaa tutkimusta keskittymällä alakoulun tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen tukemiseen monilähteisessä digitaalisessa tietoympäristössä.

Tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa kehitettäessä on huomioitu, että uusien lähestymistapojen tuki opetukselle ja oppimiselle ei ole suoraviivaista. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että opettajien suhteet uudistuksiin rakentuvat moninaisiksi (ks. esim. Kukkonen, 2011; Vähäsantanen & Eteläpelto, 2009). Opettajat saattavat esimerkiksi vastustaa tai toisaalta hyväksyä uudistuksen. Tämä johtuu siitä, että opettajan ja uudistuksen välisen suhteen kehkeytymiseen vaikuttavat useat, niin yksilölliset kuin kontekstuaaliset tekijät. (esim. Vähäsantanen & Eteläpelto, 2009.)

Tutkimus soveltaa tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämisen tarkastelussa ekologista viitekehystä (Gibson, 1977, 1979). Kuten ekologian kontekstissa eliöiden ja ympäristön suhde on vuorovaikutteinen, myös opetuksen ja oppimisen nähdään riippuvan vuorovaikutuksesta ympäristönsä kanssa. Eläimet havaitsevat, hyödyntävät ja muovaavat ympäristönsä resursseja (esim. suoja) tai ovat vuorovaikutuksessa esimerkiksi toisiin eläimiin (esim. hoivaaminen). Samalla tavoin opettajat ja oppilaat ovat vuorovaikutuksessa ja havaitsevat, hyödyntävät ja muovaavat luokkahuoneympäristönsä resursseja. (Gibson, 1979; Priestley ym., 2015.)

Ekologinen viitekehys tarjoaa mahdollisuuden tarkastella tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan tukea opetukselle ja oppimiselle luokkahuoneympäristön moninaiset resurssit ja monimutkaiset vuorovaikutussuhteet huomioiden. Näin voidaan tunnistaa, miten ympäristö kokonaisuutena tukee opetusta ja oppimista, miten sen eri osat vuorovaikuttavat sekä mitä ne tarjoavat opetus-oppimisprosessille (esim. Webb, 2005). Vaikka väitöstutkimuksen osatutkimuksissa joudutaan eristämään luokkahuoneympäristön osatekijöitä niiden syvällistä tarkastelua varten, koko ajan ollaan tietoisia siitä, että tarkastelun kohteena olevat osatekijät ovat osa dynaamista ja kompleksista kokonaisuutta (ks. myös Van Lier, 2010).

Tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen tutkimuskentällä tämä väitöstutkimus sijoittuu ennen kaikkea tutkimussuuntaan, joka lähestyy tiedelukutaitoa lukutaidon näkökulmaa painottaen (esim. Hand ym., 2003; Hand ym., 2010). Lukutaitoa painottava tiedelukutaitotutkimus huomioi tiedelukutaidon lukutaito-osa-alueet sisältötietojen ja asenteiden ohella (esim. Norris & Phillips, 2003) sekä pyrkii edistämään tutkimusperustaisia tiedelukutaidon opetus- ja oppimiskäytäntöjä (esim. Osborne & Dillon, 2008).

Metodologisesti tutkimus etenee opetuksellisen kehittämistutkimuksen strategiaa (McKenney & Reeves, 2019) soveltaen ja tuottaa siten sekä teoreettista ymmärrystä että käytännön sovelluksia. Kehittämistutkimukselle tyypillisesti tutkimus ete-

nee sykleittäin toistuvan testauksen ja kehittämisen kautta (McKenney & Reeves, 2019). Tutkimus pyrkii siihen, että tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa on mahdollisimman sopiva käyttäjiensä arkeen ja kokemuksiin heidän omassa toimintaympäristössään (Juuti & Lavonen, 2006; McKenney & Reeves, 2019). Tästä syystä tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan käyttäjät eli opettajat ja oppilaat osallistuivat vahvasti tämän väitöstutkimuksen kehittämisprosessiin.

Tutkimus sisältää kolme osatutkimusta, joiden tavoitteena on kehittää tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa sekä samalla tukea osallistuvien opettajien ammatillista kehittymistä ja oppilaiden oppimista (ks. myös Van den Akker ym., 2006). Eri osatutkimusten menetelmissä tukeudutaan kehittämistutkimuksen menetelmälliseen joustavuuteen (McKenney & Reeves, 2019) soveltaen niin laadullista kuin monimenetelmäistä tutkimusotetta. I osatutkimus syventää ymmärrystä tiedelukutaidon opetuksen haasteista. II osatutkimus tarjoaa jäsenyyksen opettajien positioitumisesta tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan kokeilussa. III osatutkimus puolestaan keskittyy oppilaiden oppimiseen pedagogisen lähestymistavan kokeilussa.

Tutkimus kiinnittyy Suomen Akatemian strategisen neuvoston rahoittamaan tutkimushankkeeseen FINSCI – Fostering Finnish Science Capital (9/2020-9/2026), jonka suomenkielinen nimi on Suomalaisten tiedepääoman kasvattaminen. Tarkemmin tutkimus on osa FINSCI-hankkeen osahanketta 3: Tulevaisuuden kansalaisten tiedelukutaidon kehittäminen.

2 Tiedelukutaito

2.1 Tiedelukutaito-käsitteen tausta

Tiedelukutaidon (science literacy) käsite juontaa juurensa 1940-luvulle, II maailmansodan aikaan. Käsitettä käytettiin ensimmäisen kerran Yhdysvalloissa muodossa tieteellinen lukutaito (scientific literacy). Yhdysvalloissa oli tuolloin noussut huoli kansalaisten, erityisesti sotilaiden, lukutaidosta. Samaan aikaan havaittiin, että tieteen, erityisesti luonnontieteen, ymmärtäminen ja arvostaminen olisivat edellytyksenä sille, että kansalaiset tukisivat tieteen julkista rahoitusta. Näin luonnontieteen ymmärtämisen ja lukutaidon yhdistelmänä muodostettiin käsite tieteellinen lukutaito, joka nähtiin kansalaistaitona. (Rudolph, 2024.)

1940-luvulta alkaen, vuosikymmenten ajan, käsitteillä tiedelukutaito ja tieteellinen lukutaito on kuvattu luonnontieteen opetuksen tavoitteita (esim. Kokkonen & Laherto, 2018; Rudolph, 2024). Joissakin tutkimuksissa on esitetty, että tiedelukutaito on tieteellistä lukutaitoa suppeampi käsite (esim. Roberts, 2007; Schwartz ym., 2023) kattaen opetuksen tavoitteista vain tieteellisten käsitteiden ja faktojen tietämyksen (Dibner & Snow, 2016). Kuitenkin sekä tiedelukutaidon että tieteellisen lukutaidon käsitettä on useissa tutkimuksissa käytetty kattamaan opetuksen tavoitteita yhtä laajasti, sisällyttäen siihen niin tieteellisen tiedon, taitojen kuin asenteiden ulottuvuuksia (esim. Almeida ym., 2023; Dibner & Snow, 2016; Kilag ym., 2023; Osborne & Allchin, 2024). Tässä väitöstutkimuksessa käytetään käsitettä tiedelukutaito ja ymmärretään tiedelukutaidon ja tieteellisen lukutaidon käsitteet toisilleen synonyymeiksi.

Tiedelukutaito on kontekstuaalinen ja ajassa elävä käsite. Näin ollen käsite on vuosien varrella saanut useita eri määritelmiä (Kilag ym., 2023; Roberts, 2007; Rudolph, 2024) eikä sen merkityksestä ole saavutettu konsensusta (Kilag ym., 2023; Osborne & Allchin, 2024). Ainoa kaikkia esitettyjä määritelmiä yhdistävä ulottuvuus on tieteellisen, erityisesti käsitteellisen, tiedon merkityksen korostaminen (esim. Kilag ym., 2023; Laugsch, 2000; Roberts, 2007; Sjöström & Eilks, 2018). Muut tavoitteet vaihtelevat runsaasti määritelmistä toiseen, ja laajimmillaan tiedelukutaitoa on käytetty kattamaan lähes kaikki tiedeopetuksen tavoitteet (Laugsch, 2000).

Ajanjakso, jolloin tiedelukutaidon määritelmässä korostui lähes yksinomaan tieteellisen tiedon ulottuvuus, ajoittuu 1950–1960-luvuille. Tuolloin tiedelukutaidon alkuperäinen idea kaikkien ihmisten kansalaistaitona hautautui Yhdysvalloissa huoleen maan teknologisesta suorituskyvystä. Tarve kouluttaa enemmän tutkijoita teknologisen kehityksen varmistamiseksi johti tiedelukutaidon tavoitteisiin, joissa painottui ennen kaikkea tieteelliselle uralle valmistaminen (Rudolph, 2022, 2024). 1970-luvulla tieteen puolestapuhujat alkoivat jälleen liputtaa alkuperäisen tiedelukutaidon idean puolesta (Rudolph, 2024). Tiedelukutaito kansalaistaitona nähtiin perustana esimerkiksi talouskasvulle (Osborne & Allchin, 2024; Rudolph, 2024). Tämä strategia osoittautui niin tehokkaaksi, että 1980-luvulta alkaen tiedelukutaito on saanut ja pitänyt asemansa perustavanlaatuisena kansalaistaitona (Rudolph, 2024).

Tutkijat ovat esittäneet, että tiedelukutaidon määritelmässä voidaan nähdä erilaisia lähestymistapoja sen mukaan, mitä ulottuvuuksia ne painottavat. Näihin lähestymistapoihin tutkijat viittaavat nimityksillä visiot I–III. Vision I keskiössä on tiede sekä sen käsitteet, prosessit ja tuotteet. Visio II puolestaan korostaa tieteen käyttöä päätöksenteossa ja muissa tilanteissa. (Roberts, 2007; Sjöström, 2024.) Visiossa III painottuvat edellisten tavoitteiden lisäksi kriittinen ja eettinen ajattelutapa (Sjöström & Eilks, 2018; Sjöström, 2024). Tiedelukutaidon visio III edustaa nykypäivän kontekstissa tarvittavaa tiedelukutaitoa (Sjöström & Eilks, 2018; Sjöström, 2024), jota aiemmat tiedelukutaidon määritelmät eivät onnistu kattamaan (Osborne & Pimentel, 2023).

2.2 Tiedelukutaito-käsitteen moniulotteisuus

Useat tutkijat ovat esittäneet, että nykypäivänä tiedelukutaitoisuus edellyttää tieteellistä tietoa, lukutaitoa, kriittistä ja eettistä ajattelutaitoa, taitoa hyödyntää tiedettä omassa arjessa ja yhteiskunnassa (esim. Almeida ym., 2023; Sjöström, 2024). Lisäksi tarvitaan asenteita, jotka tukevat niin tieteen arvostamista kuin tieteeseen sitoutumista (esim. Cansiz & Cansiz, 2019; Kerr & Murphy, 2012; Rudolph, 2022; Toma & Lederman, 2022).

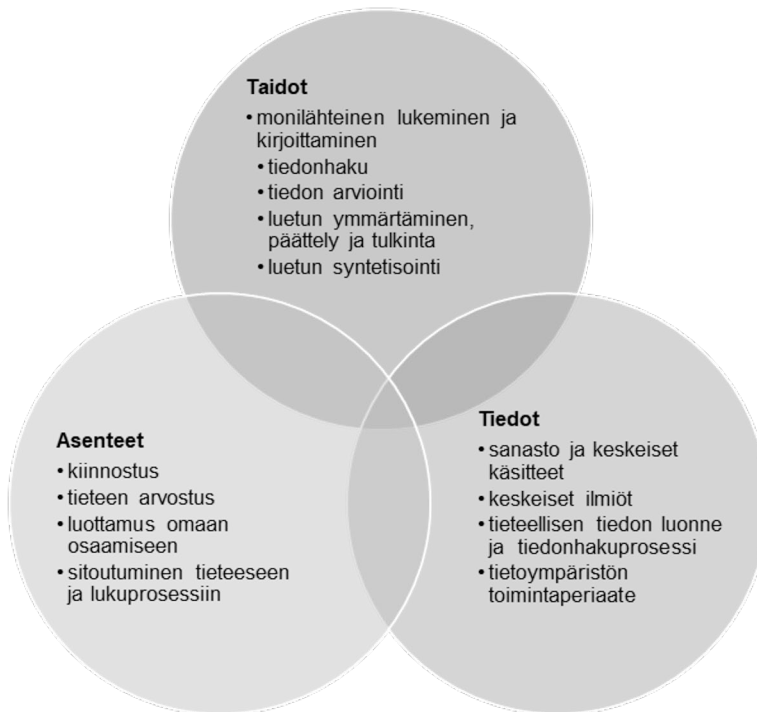
Lukutaidolla tarkoitetaan nykypäivän tiedelukutaidon kontekstissa niin peruskuin digitaalista lukutaitoa. Peruslukutaito on luonnollisesti kaiken lukutaidon perusta, mutta nykypäivän digitaalisessa tietoympäristössä digitaalinen lukutaito on välttämätöntä. (Almeida ym., 2023.) Digitaalisen lukutaidon keskiössä ovat tiedonhaku-, arviointi- ja syntetisointitaidot. Nämä edellyttävät ymmärrystä digitaalisen tietoympäristön luonteesta. (Ng, 2013.) On hyödyllistä ymmärtää esimerkiksi tiedon tuottajien moninaisuutta ja algoritmien toimintalogiikkaa. Digitaalista lukemista on kuvattu erilaisten teoreettisten mallien, kuten monilähteisen lukemisen (Britt & Rouet, 2012) sekä verkkotiedon haun ja ymmärtämisen (Leu ym., 2018) mallien

avulla. Nämä mallit pyrkivät kuvaamaan sitä, miten lukijat rakentavat ymmärrystään erilaisista ilmiöistä tilanteessa, jossa tieto on moninaista ja hajallaan eri lähteissä.

Kriittisellä ja eettisellä ajattelutaidolla viitataan tiedelukutaidon yhteydessä ennen kaikkea taitoon tarkastella eri näkökulmia sekä arvioida, mihin uskoa ja miten olisi tarkoituksenmukaista toimia (Almeida ym., 2023). Perus- ja digitaalinen luku-taito sekä kriittisen ja eettisen ajattelun taidot kytkeytyvät vahvasti tieteellisiin tietoihin ja asenteisiin. Nykypäivän monimutkaisiin ongelmiin, kuten ilmastonmuutokseen, perehtyminen edellyttää käsitteellistä tietoa ja tieteeseen sitoutumista. Käsitteellinen tieto auttaa ymmärtämään tutkittua tietoa (Osborne & Allchin, 2024) sekä mahdollistaa väärän tiedon ja disinformaation hallinnan (Osborne & Pimentel, 2023; Lombardi ym., 2024). Myös tiedemyönteinen ja tieteeseen sitoutuva asenne voi ehkäistä disinformaation, kuten valetietoon haksahdamista (Rudolph, 2022).

Tiedelukutaidon määrittelyä haastaa nykypäivänä jatkuvasti laajentuva, rinnakkaisten ja osin päällekkäistyvien lukutaitokäsitteiden kirjo. Tiedelukutaidolla on leikkauspiste esimerkiksi käsitteiden monilukutaito (Allison & Goldston, 2018), kriittinen lukutaito (Cervetti ym., 2001), informaatiolukutaito (Klucevsek, 2017), medialukutaito (esim. Kizilcik, 2024), terveyslukutaito (esim. Dibner & Snow, 2016) ja ympäristönlukutaito (esim. Wals ym., 2014) kanssa. Tiedelukutaidon, monilukutaidon, informaatiolukutaidon ja medialukutaidon yhteiset piirteet kytkeytyvät erityisesti digitaalisen tietoympäristön käyttöön ja kriittiseen ajatteluun (Allison & Goldston, 2018). Tiedelukutaito sekä terveys- ja ympäristönlukutaito jakavat tarpeen luonnontieteellisten peruskäsitteiden ymmärtämiselle (Dibner & Snow, 2016). Kriittinen lukutaito, jossa painottuu erilaisten tietolähteiden kriittinen arviointi, voidaan puolestaan nähdä kaikkien edellä mainittujen osana (Sirén & Sulkunen, 2023).

Tässä väitöstutkimuksessa tunnistetaan tiedelukutaidon kytkös erilaisiin lukutaitoihin, mutta nähdään tiedelukutaito erillisenä käsitteenä. Tiedelukutaidon määrittelmä pohjautuu aiempaan tiedelukutaitotutkimukseen ja linkittyy samalla kotimaiseen koulutus kontekstiin. Näin ollen tiedelukutaito määritellään kokonaisuudeksi, jonka keskiössä ovat 1) tieteellisen tiedon tuntemus, erityisesti käsitteellinen tieto (Kilg ym., 2023; Lombardi ym., 2024; Roberts, 2007; Sjöström, 2024), 2) digitaalinen ja siten monilähteyinen luku- ja kirjoitustaito (Britt ym., 2014), sekä 3) tieteen arvostaminen ja siihen sitoutuminen (Norris & Phillips, 2003; Osborne & Allchin, 2024). Määrittelmän ulkopuolelle rajataan visuaalisten elementtien sekä matemaattisten taulukoiden ja kuvioiden sisältämän tiedon ymmärtämisen taidot, vaikka myöskin ne voidaan nähdä osana tiedelukutaitoa (Britt ym., 2014; Lee, 2010; Norris ym., 2003). Tiedelukutaidon osa-alueet ja niiden sisältämät osatekijät esitetään kuviossa 1. (ks. Vidbäck ym., 2023).



Kuvio 1. Tiedelukutaidon osa-alueet (mukaillen Vidbäck ym., 2023).

Lukijan asenteelliset orientaatiot ovat merkityksellisiä tiedelukuprosessissa. Tiedelukutaitoisella lukijalla on myönteinen asenne, luottamus omaan osaamiseen (Fortus ym., 2022) sekä sitoutuneisuus tieteeseen ja lukuprosessiin (Norris & Phillips, 2003; Rudolph, 2022). Lukija siis osoittaa kiinnostusta ja arvostusta tiedettä ja lukemista kohtaan. Hän myös luottaa siihen, että pystyy löytämään ja ymmärtämään uutta tietoa sekä toimimaan ymmärryksensä pohjalta (Fortus ym., 2022). Uutta tietoa etsiessään lukija etsiytyy tutkitun tiedon äärelle ja sitoutuu siihen. Sitoutuneisuus tieteeseen auttaa lukijaa löytämään luotettavaa tietoa (Osborne & Allchin, 2024) ja välttämään ideologisia näkökulmia (Britt ym., 2014; Cho ym., 2018; Toma & Lederman, 2022). Sitoutumista tieteeseen lisää tieteen arvostaminen (Lombardi ym., 2024). Sitoutuminen lukuprosessiin eli aktiivinen, tietoinen ja pitkäjänteinen lukemiseen osallistuminen auttaa puolestaan uuden tiedon ymmärtämisessä ja yhdistämisessä. Koska tiedon ymmärtäminen ja yhdistäminen ei ole aina helppoa, edellyttää se usein sinnikkyyttä (Fortus ym., 2022).

Taitojen osalta tiedelukutaidossa keskeiseksi nousevat monilähteisen lukemisen ja kirjoittamisen taidot, joihin sisältyvät tiedon haku, arviointi, ymmärtäminen ja syntetisointi. Tiedelukutaitoinen lukija omaa taidon hakea, arvioida ja tulkita eri tekstilähteitä, niiden sisältöjä ja kirjoittajien tarkoituksia (Britt ym., 2014; Norris

& Phillips, 2003; Osborne & Pimentel, 2023). Lukija osaa myös syntetisoida eri tekstien tiedonpalaset koherentiksi kokonaisuudeksi (Britt ym., 2014; Cho ym., 2018). Syntetisoidakseen tiedonpalasia lukija päättelee teksteissä olevien asioiden yhteyksiä, esimerkiksi syy-seuraussuhteita (Britt ym., 2014; Norris & Phillips, 2003; Yore ym., 2007).

Tiedon arvioinnin, ymmärtämisen ja syntetisoinnin taidot edellyttävät lukijalta monenlaisia tietoja. Näiden tietojen keskiössä on käsitteellinen tieto (Lombardi ym., 2024). Lukija tarvitsee tietoa myös tekstien sisältämästä yleisestä sanastosta (Yore ym., 2007), tieteellisen tiedon luonteesta, tietoympäristöstä sekä siitä, miten tieteellistä tietoa haetaan (Almeida ym., 2023). Tieteellinen tieto on luonteeltaan tieteellisiin menetelmin tuotettua, evidenssiin pohjautuvaa ja se myös muuttuu uuden tiedon myötä. Lukijan on tärkeää ymmärtää, että tieteellinen tieto on varsin erilaista kuin esimerkiksi mielipiteet. Lukijalle oleellista on myös tieto tietoympäristön lainalaisuuksista, esimerkiksi siitä, että internet sisältää lukuisia, myös epäluotettavia ja epärelevanttejä lähteitä (Wiley ym., 2009). Tieto tieteellisen tiedon luonteesta sekä tietoympäristön lainalaisuuksista auttaa lukijaa tunnistamaan internetin hakutuloksista tutkittuun tietoon perustuvat lähteet.

Kotimaisessa kontekstissa käsitteen tiedelukutaito käyttö on perusopetuksen yhteydessä melko vähäistä (ks. kuitenkin Kokkonen & Laherto, 2018; Koskela ym., 2021; Lavonen, 2021). Esimerkiksi Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa tiedelukutaidon käsite ei sellaisenaan esiinny (ks. Opetushallitus, 2014). Tiedelukutaidon eri osa-alueet nousevat kuitenkin vahvasti esiin erityisesti suomen kielen ja kirjallisuuden ja ympäristöopin oppiainekohtaisissa sekä kaikkia oppiaineita läpileikkaavissa laaja-alaisen osaamisen tavoitteissa ja sisällöissä. Oppiainekohtaisista tavoitteista tiedelukutaidon osa-alueita vastaavat muun muassa seuraavat: oppilaita ohjataan tekstin ymmärtämisen strategioiden käyttöön, luonnontieteellisten käsitteiden ja ilmiöiden ymmärtämiseen, syy-seuraussuhteiden tunnistamiseen sekä johtopäätösten tekemiseen. (Opetushallitus, 2014.)

Laaja-alaisen osaamisen osa-alueista tiedelukutaito kytkeytyy erityisesti Ajatteluun ja oppimaan oppimiseen (L1), Monilukutaitoon (L4) sekä Tieto- ja viestintä- teknologiseen osaamiseen (L5) (Opetushallitus, 2014). Laaja-alaista osaamista (transversal/key/21stcentury/generic competencies) on määritelty useissa eri viitekehyksissä (esim. OECD, 2005; European Commission, 2019), mutta erityisesti OECD:n (2005) mallin vaikutus näkyy kotimaisessa opetussuunnitelmassa (Lavonen, 2021; Vainikainen & Nilivaara, 2022). Sen mukaisesti laaja-alainen osaaminen nähdään arkielämän tilanteissa tarvittavana tietojen, taitojen ja asenteiden kokonaisuutena (OECD, 2005; Vainikainen & Nilivaara, 2022). Laaja-alaisen osaamisen osalta keskeisimpiä tiedelukutaitoon kytkeytyviä tavoitteita ovat oppilaan ohjaaminen käsitteiden ymmärtämiseen ja käsiterakenteiden kehittämiseen sekä tiedon han-

kinnan, arvioinnin, tulkinnan ja käytön harjoitteluun tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntäen (Opetushallitus, 2014).

Tiedelukutaito ei ole staattinen taito, vaan se kehittyy läpi elämän. Yksilön käsitteellinen tieto voi laajentua, monilähteen lukemisen taidot karttua ja tiedeasenne muuttua. Jatkuvasti kehittyvän tieteen sekä lisääntyvän tiedon ja näkemysten äärellä yksilö voi ja hänen on myös tärkeää arvioida valintojaan ja päätöksiään uudelleen. (Almeida ym., 2023.) Tässä väitöstudiumuksessa keskitytään oppilaiden tieteellisiä käsitteitä koskevien käsitysten sekä monilähteen lukutaidon kehittymiseen. Näiden tietojen ja taitojen kehittymistä ja niihin liittyvää aiempaa tutkimusta avataan seuraavissa alaluvuissa.

2.3 Käsitteiden ymmärtäminen osana tiedelukutaitoa

Tiedetekstit ja muut tutkittuun tietoon perustuvat tekstit sisältävät tyypillisesti runsaasti käsitteitä (esim. Britt ym., 2014; Román & Busch, 2015). Käsitteiden ymmärtäminen on merkityksellistä tekstien ja teksteissä kuvattujen ilmiöiden ymmärtämiseksi (esim. Patterson ym., 2018). Oppilaiden käsityksiä tieteellisistä käsitteistä ja käsitteiden oppimista on tuoreiden katsausten mukaan tutkittu runsaasti (ks. Aleknavičiūtė ym., 2023; Bittermann ym., 2023; Simonsmeier ym., 2022).

Yksi keskeinen tutkimuskohde on ollut oppilaiden ennakkokäsitykset. Ennakkokäsityksillä viitataan oppilaiden opittavia käsitteitä koskeviin käsityksiin, joita heillä on opetuksen tullessaan (Sinatra & Pintrich, 2003). Tutkimusten mukaan ennakkokäsitykset ovat usein puutteellisia, kun niitä verrataan tieteellisiin käsitteisiin (Alred ym., 2019; Carey, 2000; Taber, 2017a). Tästä syystä näitä käsityksiä on tutkimuksessa kutsuttu muun muassa väärinkäsityksiksi, naiiveiksi tai vaihtoehtoisiksi käsityksiksi ja intuitiiviseksi tiedoksi (Aleknavičiūtė ym., 2023; Sinatra & Pintrich, 2003; Taber, 2017a). On esitetty, että oppilaiden käsitysten puutteellisuus johtuu siitä, että ne pohjautuvat arkielämän kokemuksiin (Barke ym., 2008; Vosniadou, 2017, 2019). Toisaalta tutkimuksissa on käynyt ilmi, että koulutus ei onnistu aina korjaamaan puutteellisia käsityksiä (Amiruddin ym., 2025; Taber, 2017a). Koulutuksessa käytetyillä oppimateriaaleilla, opetusmenetelmillä ja opettajien osaamisella on tässä suuri merkitys (Lombardi ym., 2013).

Oppilaiden ennakkokäsitykset, mutta myös opetuksen jälkeiset käsitykset eroavat monesti sen suhteen, miten kytkeytyneitä käsiterakenteita ne edustavat (Taber, 2017a). Tutkimukset ovat osoittaneet, että joidenkin oppilaiden käsitykset sisältävät vain irrallisia tiedon palasia, kun taas joillakin oppilailla tiedon palaset ovat kytkeytyneet koherentiksi kokonaisuudeksi (Cakir, 2022; Taber, 2017a; Ummels ym., 2015). Kokonaiskäsitys ja sen sisältämät tiedon palaset voivat olla enemmän tai vähemmän kanonisia sen mukaan, kuinka hyvin ne vastaavat tieteellistä selitystä ja

linkittyvät toisiinsa (Taber, 2023). Edistynyt oppilas pystyy kytkemään tiedon palaset tieteellistä käsitystä vastaavaksi kokonaisuudeksi (Mäntylä & Kokkonen, 2018), ja opetuksen keskeisenä tehtävänä on ohjata tätä prosessia (Osborne & Allchin, 2024).

Oppilaiden käsitysten kehittymistä voidaan ymmärtää käsitteellisen muutoksen avulla (Amiruddin ym., 2025). Käsitteellinen muutos tarkoittaa oppimisprosessia, jossa oppilaan olemassa oleva käsitys muuttuu. Tämä muutos on kompleksista, sillä se ei tarkoita pelkästään tiedon lisäämistä, vaan edellyttää usein mentaalisten mallien muokkaamista ja uudelleenorganisointia (Vosniadou, 2017). Muutos tapahtuu tyyppillisesti vähitellen, ja esimerkiksi tieteellisten käsitteiden ymmärtäminen vaatii usein vuosien opetusta (Sinatra & Pintrich, 2003; Vosniadou, 2007).

Käsitteellistä muutosta on mallinnettu useiden, niin luonnontieteen opetukseen (esim. Posner ym., 1982) kuin kognitiiviseen kehitykseen (esim. Carey, 2000; Vosniadou, 1994) kytkeytyvien teorioiden avulla (ks. katsaus: Potvin ym., 2020). Luonnontieteen opetuksen tutkimuksessa on keskitytty lähinnä käsitteellistä muutosta tukeviin ulkoisiin tekijöihin, kuten oppimisympäristöön ja opettajan toimintaan. Kognitiivisessa tutkimuksessa painopiste on alun perin ollut oppilaan sisäisissä, kognitiivisissa, tekijöissä, kuten siinä, miten oppilaan tietorakenteet muuttuvat. (Sinatra & Pintrich, 2003.) Nykyisin tunnustetaan, että käsitteellinen muutos on kytköksissä yksilön kognitiivisten tekijöiden lisäksi myös metakognitiivisiin, motivaationaalisiin ja tunneprosesseihin (Sinatra & Pintrich, 2003) sekä sosiokulttuuriseen kontekstiin (Vosniadou, 2007). Tässä väitöstutkimuksessa ymmärretään, että oppilaiden tiedelukutaitoon sisältyvät käsitykset kehittyvät osana tietojen, taitojen ja asenteiden kokonaisuutta. Lisäksi käsitysten kehittyminen linkittyy myös muihin yksilöllisiin sekä kontekstuaalisiin tekijöihin.

Tieteellisten käsitteiden ymmärtäminen on keskeinen osa tiedelukutaitoa (esim. Britt ym., 2014; Norris & Phillips, 2003), sillä käsitteet auttavat paitsi ymmärtämään tutkittua tietoa (Osborne & Allchin, 2024) myös arvioimaan eri lähteiden tietoja, tieteellistä näyttöä ja argumentteja (Osborne & Pimentel, 2023). On esitetty, että luonnontieteen opetuksessa olisi syytä keskittyä tiettyjen keskeisten, kuten evoluution, ekosysteemin ja energian, käsitteiden opiskeluun (Bybee, 2013; Osborne & Allchin, 2024). Keskeisten käsitteiden ymmärtäminen luo vahvan perustan monien ilmiöiden selittämiseksi ja mahdollistaa tiedon soveltamisen niin paikallisissa kuin globaaleissa konteksteissa.

Tässä väitöstutkimuksessa ollaan kiinnostuneita oppilaiden eläinten sopeutumiseen liittyvistä käsityksistä. Eläinten sopeutuminen on yksi evoluution keskeisistä käsitteistä (Kampourakis, 2013; Taber, 2017b), sillä sen avulla voidaan ymmärtää eläinlajien olemassaolo ja ominaisuudet (Emmons ym., 2018). Käsitteen ymmärtäminen on kehityksellisesti mahdollista alakoululaisille (Carey, 1988, 2000) ja oppilaille kannattaa jo varhain tarjota mahdollisuuksia sen oppimiseen (Emmons ym.,

2018; Opetushallitus, 2014). Tutkimus oppilaiden eläinten sopeutumiseen liittyvistä käsityksistä kuitenkin indikoi, että käsite on laajalti väärinymmärretty, jopa korkeakouluopiskelijoiden ja aikuisten parissa (Gregory, 2009).

Tieteellisen ymmärryksen mukaan eläinten sopeutuminen ympäristöönsä on monisukupolvinen prosessi, joka ilmenee populaation tasolla. Yksilöt, joilla on edullisia fyysisiä, fysiologisia ja käyttäytymiseen liittyviä piirteitä, selviytyvät ja lisääntyvät enemmän, jolloin nämä piirteet yleistyvät ajan myötä. Sopeutuminen on myös osin kiinni sattumasta. (Gregory, 2009.) Tämän tieteellisen ymmärryksen sijaan, oppilaat, erityisesti nuoret lapset (Carey, 1988, 2000), ymmärtävät sopeutumisen usein tarvetai toivepohjaisena (Machery, 2009). He uskovat, että eläimet sopeutuvat tarkoituksellisten tekojen kautta, kuten kirahvit venyttävät kaulojaan ylettyäkseen ruokaan (Brown ym., 2020; Gregory, 2009; Shtulman ym., 2016). Tällaiset selitysmallit eivät yleensä selitä kausaalista mekanismia. Näissä selityksissä eläinyksilöt vain jotenkin taian omaisesti muuttuvat saadakseen hyödyllisiä ominaisuuksia. (Brown ym., 2020.)

Vaikka väärinymmärrykset eläinten sopeutumisesta ovat yleisiä, on joissakin interventiotutkimuksissa saatu toiveikkaita viitteitä siitä, että oppilaiden käsityksiä voidaan ohjata oikeaan suuntaan jo alakoulun alimmilla luokilla (Emmons ym., 2018; Kelemen ym., 2014). Erityisesti interventiot, joissa oppilaille on tarjottu syyseuraussuhteita korostavaa kuvallista ja tekstuaalista sisältöä eläinten sopeutumisesta ovat olleet hyödyllisiä (Emmons ym., 2018; Kelemen ym., 2014). Myös tehtävillä, joissa vertaillaan eri eläinlajeja, on onnistuttu tukemaan oppilaiden käsitysten kehitystä. Tämä on kuitenkin edellyttänyt paljon tukea, kuten opettajan sanallisia ohjeita. (Lazaroff & Vlach, 2025.)

2.4 Monilähteinen lukutaito osana tiedelukutaitoa

Nykypäivänä tietoa akateemisiin ja arkipäivän ongelmiin etsitään tyypillisesti internetistä. Internetissä lukijan tulee kerätä tietoa monesta lähteestä, vertailla eri lähteiden tietoa ja muodostaa tiedonpalasista koherentti kokonaisuus, jotta saa rakennettua vastauksen ongelmaansa (esim. Britt ym. 2014). Tämä monilähteinen lukuprosessi eroaa monin tavoin yhden lähteen, kuten oppikirjan, lukemisesta (ks. Kintsch, 1998). Yksittäisen tekstin ymmärtäminen on kuitenkin oleellista myös monilähteisessä lukemisessa (Florit ym., 2020a). Useat teoreettiset mallit ovat kuvanneet monilähteistä lukuprosessia (esim. Britt & Rouet, 2012; Leu ym., 2018; List & Alexander, 2019). Tässä väitöstutkimuksessa sovelletaan Brittin ja Rouetin (2012) Multiple-Documents Task-Based Relevance Assessment and Content Extraction (MD-TRACE) -mallia. Malli sisältää ongelman tai tehtävän ymmärtämisen (tehtävämalli) sekä monessa lähteessä sijaitsevan tiedon haun, arvioinnin, ymmärtämisen ja integroinnin. Myös lopputuotoksen (esim. synteesikirjoitus) vertaaminen tehtävän vaatimukseen

on olennainen osa mallia. (Britt & Rouet, 2012.) Näistä monilähteen lukemisen vaiheista keskitytään erityisesti tiedon integrointiin.

Tiedoilla voidaan internetympäristössä tarkoittaa niin tekstuaalisia kuin esimerkiksi multimediamuodossa olevia tietoja. Nämä tiedot voivat olla toisiaan täydentäviä, päällekkäisiä, ristiriitaisia tai hyödyttömiä. (Primor & Katzir, 2018.) Lukijan pitää ymmärtää, milloin tiedot täydentävät tai vahvistavat toisiaan ja milloin ovat keskenään ristiriitaisia. Näin ollen tiedon integroinnin keskiössä on tietojen vertailu ja suhteuttaminen (Primor & Katzir, 2018). Tämä edellyttää ymmärryksen rakentamista yhdestä tekstilähteestä (intratekstuaalinen integrointi), mutta myös eri tekstilähteiden suhteista toisiinsa (intratekstuaalinen integrointi) ja lukijan omaan ennakkotietoon (Britt & Rouet, 2012). Tässä väitöstudiumuksessa keskitytään toisiaan käsitteellisesti täydentävien tekstuaalisten tietojen intertekstuaaliseen integrointiin.

Yhtä tekstiä lukiessaan lukija suhteuttaa virkkeiden sisäisiä ja virkkeiden välisiä ideoita (esim. McCarthy & McNamara, 2021). Useita tekstejä integroidessaan lukija puolestaan suhteuttaa eri tekstien ideoita (esim. Britt & Rouet, 2012). Tämä intertekstuaalinen integrointi edellyttää sitä, että lukija rakentaa ymmärryksen paitsi tekstilähteiden sisältötiedoista myös niiden lähdetiedoista (esim. kirjoittaja, julkaisija). Lähdetietoja lukija käyttää apunaan suhteuttaessaan eri lähteiden luotettavuutta. (Britt & Rouet, 2012.) Luotettavuuden arviointi eli sen pohtiminen, kehen ja mihin uskoa, on erityisen tärkeää ristiriitaisten lähteiden tarkastelussa (Bromme & Goldman, 2014). Toisiaan täydentävien tekstien integroinnissa painopiste on enemmän ongelman tai tehtävän kannalta relevantin tiedon valikoinnissa ja integroinnissa koherentiksi kokonaisuudeksi (McCrudden ym., 2022).

Koherentin tekstikokonaisuuden aikaansaaminen edellyttää monitasoista integrointia. Segev-Miller (2007) on esittänyt, että kirjallisessa tuotoksessa (esim. synteesikirjoitus) linkitys eri tekstipalasten välillä voi olla niin käsitteellinen, kielellinen kuin retorinen. Käsitteellinen taso viittaa sisältötietojen, kuten pääideoiden, kattamiseen ja integrointiin. Täydentävien tekstien integroinnissa tämä vaatii lukijalta eri tekstien sisältötietojen päällekkäisyyden ja täydentävyyden tarkastelua. Kielellinen taso näkyy puolestaan erilaisina kielellisinä keinoina, joilla integrointi tuodaan näkyväksi. Näitä kielellisiä keinoja ovat esimerkiksi sanojen tai keskeisten käsitteiden toistaminen sekä sidosanojen käyttö. Retorinen taso ilmenee sen sijaan tekstin rakenteessa, kuten eri lähteiden käytössä ja niihin viittaamisessa. Onnistuneessa intertekstuaalisessa integroinnissa eri tekstilähteiden sisältö- ja lähdetiedot syntetisoidaan toisiinsa. Sen sijaan esimerkiksi eri tekstilähteitä listatessa intertekstuaalinen integrointi ei toteudu. (Segev-Miller, 2007.)

Tekstuaalisten tietojen integrointi rakentuu useiden toistensa kanssa vuorovaikuttavien tekijöiden yhdysvaikutuksena (Barzilai ym., 2018). Integroinnissa onnistumiseen vaikuttavat sekä lukijan yksilölliset tekijät että tehtäväkonteksti sekä näiden keskinäinen vuorovaikutus. Yksilöllisistä tekijöistä esimerkiksi kognitiivisilla ja meta-

kognitiivisilla taidoilla, tiedoilla, uskomuksilla ja motivaatiolla on yhteys integrointitaitoihin (Espinás & Chandler, 2024). Tehtäväkontekstiin sisältyvät muun muassa tehtävyyppi (esim. essee, argumentatiivinen teksti), tehtävänanto ja integroitavien tekstilähteiden tekijät (esim. rakenne). (Barzilai & Strømsø, 2018; Firetto, 2020)

Aiempi tekstin integrointitaitojen tutkimus on keskittynyt pääasiassa ristiriitaisten tekstien integrointiin toisen- ja korkea-asteen opiskelijoilla (esim. Heikkilä ym., 2025; List & Alexander, 2020; McCrudden ym., 2022; McNamara ym., 2024; Primor ym., 2024; Tarchi ym., 2024). Perusopetusikäisten oppilaiden tekstien integrointiin kohdentuva tutkimus on melko vähäistä (ks. katsaukset Demir ym., 2024; Espinás & Chandler, 2024; Firetto, 2020; Primor & Katzir, 2018). Lisäksi myös näiden tutkimusten enemmistö on keskittynyt ristiriitaisten tekstien integrointiin (esim. Beker ym., 2019; Florit ym., 2020a; Florit ym., 2020b; Kiili ym., 2020; Kullberg ym., 2023; Raccanello ym., 2022; Wolfe & Goldman, 2005). Sen sijaan toisiaan täydentävien tekstien integrointitaitoja on tutkittu perusopetusikäisillä niukasti (Demir ym., 2024; Firetto, 2020; Primor & Katzir, 2018).

Ristiriitaisten tekstien integroinnin tutkimuksissa oppilaille kohdennetut kysymykset käsittelevät usein kiistanalaisia ilmiöitä, kuten videopelien pelaamista, energiajuomien käyttöä tai auringossa oleskelua. (Demir ym., 2024; Primor & Katzir, 2018) Täydentävien tekstien integroinnin tutkimukset keskittyvät monesti luonnontieteen ilmiöihin, kuten sähköön, mutta myös historiallisiin tapahtumiin (Firetto, 2020). Ilmastonmuutosta on puolestaan käytetty aiheena niin ristiriitaisten kuin toisiaan täydentävien tekstien integroinnin tutkimuksissa (Demir ym., 2024; Firetto, 2020; Primor & Katzir, 2018).

Perusopetusikäisten ristiriitaisten tekstien integrointia käsittelevissä tutkimuksissa on käynyt ilmi, että oppilaat tekevät harvoin spontaanisti intertekstuaalista integrointia tekstien välille (Wolfe & Goldman, 2005). Eräät yksittäiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että spontaani integrointi on mahdollista myös alakouluikäisillä (Wolfe & Goldman, 2005; Beker ym., 2019). Yksilöllistä vaihtelua integrointitaidossa on kuitenkin runsaasti. Tätä vaihtelua näyttäisivät tutkimusten mukaan aiheuttavan esimerkiksi sanalukutaito, yksittäisen tekstin ymmärtäminen sekä ymmärryksen tarkkailu (Florit ym., 2020b). Soveltaviin kysymyksiin vastaamista näyttäisi edistävän erityisesti luetun ymmärtämisen taito (Beker ym., 2019).

Perusopetusikäisten toisiaan täydentävien tekstien integrointia käsittelevät tutkimukset antavat viitteitä siitä, miten oppilaat integroivat tekstejä sekä siitä, mitkä tekijät vaikuttavat tekstien integrointia vaativissa tehtävissä onnistumiseen. Mateoksen ja Solén (2009) tutkimuksessa kävi ilmi, että oppilaat etenevät integrointia vaativissa tehtävissä usein lineaarisesti. He lukevat integroitavat lähdetekstit, alleviivaavat joitakin kohtia ja kirjoittavat vastauksen tehtävään. Oppilaat eivät siis juurikaan harjoita prosessikirjoittamista eli muokkaa tekstiään tai palaa integroitaviin lähdeteksteihin. (Mateos & Solé, 2009.) Toisiaan täydentävien tekstien integroinnissa on-

nistumista näyttäisivät tutkimusten mukaan edistävän lukutaito ja sitoutuneisuus tieteeseen (Griffin ym., 2012). Sen sijaan tekstien integrointi voi häiriintyä, jos toisiaan täydentävien, selittävien tekstien joukkoon lisätään kanta-aottava teksti. Oppilaat saattavat tällöin siirtyä syy-seuraussuhteiden rakentamisesta ja ilmiön selittämisestä mielipiteiden ilmaisuun. (Blaum ym., 2017.)

2.5 Tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen haasteet

Tiedelukutaidon opetusta ja oppimista näyttäisivät aiemman tutkimuksen perusteella haastavan useat eri seikat. Kansainvälisesti aihetta on tutkittu melko runsaasti luonnontieteen kontekstissa (esim. Lombardi & Sinatra, 2013; Osborne & Allchin, 2024; Osborne & Dillon, 2008; Román & Busch, 2015), mutta jonkin verran myös luku- taidon viitekehityksessä (esim. Britt ym., 2014). Aihetta tarkasteleva kotimainen tutkimus on sen sijaan melko vähäistä. Joitakin aihetta sivuavia tutkimuksia kuitenkin löytyy (Aarnio-Linnavuori, 2016; Kansallinen koulutuksen arviointikeskus, 2025; Palonen ym., 2011; Ratinen, 2021; Tani, 2017).

Kansainvälinen, oppilaiden osaamiseen kohdentuva tutkimus osoittaa, että opetuksen haasteina ovat erityisesti oppilaiden vaikeus ymmärtää tieteellisiä käsitteitä ja tekstejä sekä yhdistellä eri tekstien tietoja. Tieteellisten käsitteiden opetusta haastavat oppilaiden puutteelliset ennakkokäsitykset, sillä niitä on työlästä muuttaa (Amiruddin ym., 2025; Pine ym., 2001; Taber, 2017a). Käsitteiden opetus on haastavaa myös siksi, että käsitteet ovat monimutkaisia. Ne ovat usein monimerkityksisiä ja kontekstisidonnaisia (Osborne ym., 2016; Patterson ym., 2018). Käsitteiden opetuksen haasteiden myötä oppilaiden ymmärrys tieteellisistä käsitteistä jää usein puutteelliseksi. Tämä voi johtaa kokonaisen tekstin tai ilmiön väärinymmärtämiseen (Cromley ym., 2010; Patterson ym., 2018).

Yhden tekstin ymmärtämisen ohella myös eri tekstien tietojen integrointi tuottaa oppilaille vaikeuksia (Britt ym., 2014). Oppilaille on haastavaa yhdistellä esimerkiksi syitä ja seurauksia (Britt ym., 2014; Lee, 2010; Norris & Phillips, 2003; Román & Busch, 2015). Integroinnin sijaan oppilaat tyypillisesti kopioivat ja listaavat tietoa, jolloin eri tiedon palaset jäävät toisistaan irrallisiksi. Tällöin koherentti ymmärrys tekstien kuvaamasta ilmiöstä jää rakentumatta. (esim. Mateos & Solé, 2009.)

Myös oppilaiden negatiiviset asenteet vaikeuttavat tiedelukutaidon opetusta. Oppilaiden asenteiden haasteet liittyvät ennen kaikkea oppilaiden ja tieteen väliseen suhteeseen. Tutkimuksissa on käynyt ilmi, että oppilaita ei ole helppoa innostaa ja sitouttaa tieteeseen (Britt ym., 2014; Evagorou & Osborne, 2010; Osborne ym., 2008; Simon & Osborne, 2010; Toma, 2022). Tieteeseen sitoutumattoman asenteen on todettu heikentävän esimerkiksi monilähteisessä luku- ja kirjoitustehtävässä onnistumista (Griffin ym., 2012).

Kansainvälisiä tutkimuksia tarkasteltaessa on syytä huomioida, että tiedelukutaidon opetuksen haasteet ovat osin kulttuurisesta ja yhteiskunnallisesta kontekstista riippuvaisia. Tämä näkyy erityisesti asenteellisten haasteiden kohdalla. Joissakin maissa, kuten Yhdysvalloissa, asenteelliset haasteet ovat voimakkaampia, sillä ihmisillä on taipumusta nojata käsityksensä enemmän uskonnolliseen tai poliittiseen identiteettiin kuin tieteeseen. (Drummond & Fischhoff, 2017; Sherkat, 2011.) Suomessa ihmiset puolestaan suhtautuvat tieteeseen melko myönteisesti (European Commission, 2021; Tiedebarometri, 2024).

Oppilaiden osaamisen tilanteesta Suomessa antavat viitteitä viimeaikaiset PISA- (Programme for International Student Assessment) ja TIMMS- (Trends in International Mathematics and Science Study) tutkimukset (OECD, 2023; Leino ym., 2021; Vettenranta ym., 2020a; 2020b). Näissä tutkimuksissa on todettu, että oppilaiden tietojen, taitojen ja asenteiden haasteet ovat hyvin samankaltaisia kuin muualla maailmassa. Vaikeuksia ilmenee luonnontieteen sisältötietojen sekä tekstin ymmärtämisen (Leino ym., 2021; Vettenranta ym., 2020a, 2020b) ja tekstien integroinnin taitojen osaamisessa (Kansallinen koulutuksen arviointikeskus, 2025). Vain noin 9 % peruskoulun viimeistä vuosiluokkaa käyvistä nuorista sijoittuu lukutaidoltaan tasolle, joka mahdollistaa pitkien tekstien ja abstraktien käsitteiden ymmärtämisen sekä lähteen luotettavuuden arvioinnin. Luonnontieteellisen osaamisen taso ei ole kovin paljon parempi, sillä vain 13 % saavuttaa tason, joka mahdollistaa luonnontieteellisen tietämyksen soveltamisen eri tilanteissa. (OECD, 2023.) Ratisen (2021) tutkimus vahvistaa tulkintaa siitä, että oppilaiden käsitysten taso ei usein riitä tiedon soveltamiseen. Useat oppilaat myös suhtautuvat negatiivisesti luonnontieteiden opiskeluun (Kansallinen koulutuksen arviointikeskus, 2025; Leino ym., 2021; Vettenranta ym., 2020a, 2020b).

Yksi tiedelukutaidon opetuksen haasteista on opettajan oman osaamisen taso. Niin kotimaiset kuin kansainväliset tutkimukset ovat osoittaneet puutteita opettajien tiedoissa ja taidoissa. Tutkimuksissa on käynyt ilmi, että opettajilla voi olla samoja virhekäsityksiä kuin oppilailla, esimerkiksi eläinten sopeutumisesta (Asgar ym., 2007) ja ilmastonmuutoksesta (Papadimitriou, 2004; Milčević ym., 2012). Näitä virhekäsityksiään opettajat saattavat tietämättään siirtää myös oppilaille (Lombardi ym., 2013; Mäntylä, 2016). Virhekäsitysten tai muiden sisältötiedon puutteiden vuoksi uuden tiedon arviointi, esimerkiksi internetissä, voi olla opettajille haastavaa (Aarnio-Linnavuori, 2016). Lisäksi oppilaan ohjaaminen luotettavan tiedon tunnistamiseen voi vaikeutua (Lombardi ym., 2013). Tietojen ja taitojen opettamisen lisäksi opettajilla on haasteita myös oppilaiden myönteisten asenteiden vahvistamisessa. Esimerkiksi oppilaiden sitouttaminen sinnikkyyttä ja pitkäjänteisyyttä vaativaan tutkivan työskentelyn prosessiin on opettajille vaikeaa (She ym., 2019). Edellä kuvatut opettajan osaamisen puutteet näyttäisivät puolestaan johtavan siihen, että opettajien

kokemus omasta minäpystyvyydestään voi jäädä alhaiseksi (Aarnio-Linnavuori, 2016; Elhai, 2023).

Tiedelukutaidon kytkös laaja-alaiseen osaamiseen tekee haasteiden tarkastelussa relevantiksi myös tutkimuksen, mikä osoittaa opettajien vaikeudet integroida laaja-alaista osaamista oppiaineisiin (esim. Korhonen & Lavonen, 2017, 2020, 2021; Saarinen ym., 2019). Nämä haasteet saattavat johtua vaikeudesta siirtää painopistettä sisältötietoja painottavasta opetuksesta taitoja ja tiedon soveltamista painottavaan suuntaan kuitenkin siten, että sisältötietojen ja taitojen opetus kytkeytyvät tarkoituksenmukaisesti toisiinsa (Kokkonen & Laherto, 2018; Tani, 2017). Opettajalta edellytetään tällöin tasapainoilua oppilaan taitojen tukijan roolin ja tiedonalansa sisältöjä välittävän asiantuntijan roolin välillä (Tani, 2017).

Tiedelukutaidon opetusta haastavat myös nykypäivän käytetyimpään tietoympäristöön, internetiin, liittyvät tekijät. Haasteina ovat internetissä sijaitsevan tiedon moninaisuus (Cho ym., 2018), tiedon määrä sekä pirstaleisuus (Britt ym., 2014). Erityisenä haasteena on rajoittamaton pääsy myös virheellisen ja valheellisen tiedon, äärelle (Segers ym., 2025), jota levittävät niin ideologiset kuin poliittiset tahot sekä salaliittoteoreetikot (Höttecke & Allchin, 2020). On haastavaa arvioida, kehen voi luottaa (Allchin ym., 2024), ja oppilaat saattavatkin tulla harhautetuiksi uskottavilla, mutta puutteellisilla argumenteilla (Osborne & Allchin, 2024). Internetin käyttö oppimisympäristönä ei edellä mainituista seikoista johtuen ole ongelmatonta. Palosen ja kumppaneiden (2011) tutkimuksessa kävi ilmi, että opettajat kokevat monesti välttämättömäksi rajata internetin sisältämää tietoa. Tähän opettajilla ei kuitenkaan ole usein mahdollisuutta rajallisen aikaresurssin vuoksi. (Palonen ym., 2011.)

Kansainvälisten tutkimusten mukaan tiedelukutaidon opetusta haastaa myös opetukseen soveltuvien materiaalien puute (Bellová ym., 2018; Chavan, 2016). Laajamittainen perusopetuksen opettajien kokemuksia kartoittava selvitys viittaa siihen, että myös kotimaisia oppimateriaaleja olisi tarpeen kehittää (Opetushallitus 2021). Yleisesti ottaen opetusmateriaalien haasteena on, että ne keskittyvät usein yksityiskohtiin ja faktoihin. Tämä yksityiskohtiin keskittyminen on haastavaa kokonaisuuden ja yhteyksien ymmärtämisen kannalta. (Osborne & Allchin, 2024.) Tiedon pirstaleisuus saattaa johtaa siihen, että oppilaat yhdistelevät ja täydentävät tietoa omien arkikokemuksiin perustuvien tiedonpalastensa avulla (Emmons ym., 2018), mikä ei tue tieteellisen ymmärryksen rakentumista. Materiaalien puutteena näyttäytyy myös se, että keskeisiä käsitteitä tai ilmiöitä ei aina avata riittävällä tarkkuudella (Opetushallitus, 2021; Osborne & Allchin, 2024). On tavallista, että esimerkiksi oppikirjan tekstissä jokin ilmiö tiivistetään yhteen käsitteeseen. Esimerkiksi ”*vesi meren pinnalla muuttuu höyryksi*” saatetaan yksinkertaisesti ilmaista ”*haihtuminen*”-käsitteellä. (Osborne ym., 2016.) Myös käsitteen konteksti jää välillä täysin näkymättömäksi. Tämä käy ilmi kotimaisesta oppikirjatutkimuksesta. (Satokangas, 2020.) Opetusmateriaalien puutteena voidaan nähdä myös se,

että ne eivät juuri tarjoa ohjausta monilähteisessä tietoympäristössä työskentelyyn (Roskos ym., 2017). Lisäksi opetuksessa joudutaan monesti käyttämään vanhoja oppimateriaaleja vielä senkin jälkeen, kun niiden sisältö on osoittautunut virheelliseksi (Román & Busch, 2015).

2.6 Holistinen lähestymistapa tiedelukutaidon opetukseen ja oppimiseen

Tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen haasteisiin on hyödyllistä tarttua holistisesti (Cansiz & Cansiz, 2019). Näin voidaan välttää tiedon pirstaloituminen, tietojen, taitojen ja asenteiden eriytyminen sekä vaikeus soveltaa opittua käytännössä (Van Merriënboer & Kirschner, 2017; Hosseinzadeh ym., 2024). Holistisessa pedagogisessa lähestymistavassa tietojen, taitojen ja asenteiden opetus ja oppiminen integroidaan koherentiksi kokonaisuudeksi (esim. Stoddart ym., 2002). Lähestymistapojen on todettu soveltuvan kompleksisten taitojen, kuten tiedelukutaidon, opetukseen ja oppimiseen (Van Merriënboer & Kester, 2008).

Tässä tutkimuksessa sovellettavat holistiset pedagogiset lähestymistavat ovat integroitu opetussuunnitelma ja kokotehtävämalli. Integroitu opetussuunnitelma yhdistää kahden tai useamman oppiaineen (Stoddart ym., 2002) taidot, strategiat ja tavoitteet (Cervetti ym., 2012). Keskeinen idea on, että oppiaineet ovat vuorovaikutuksessa ja tukevat toisiaan. Esimerkiksi lukuaktiviteetit voivat lisätä luonnontieteiden ymmärtämistä ja luonnontieteiden sisällöt voivat puolestaan tarjota merkityksellisen kontekstin lukutaidon oppimiselle (Stoddart ym., 2002).

Kokotehtävämalli on tehtäväorientoitunut lähestymistapa, jonka keskiössä on kokonaisten, autenttisten tehtävien tekeminen. Tehtävissä tietoja, taitoja ja asenteita opetetaan ja opitaan systemaattisesti, mikä helpottaa niiden soveltamista arkipäivän tilanteissa (Van Merriënboer ym., 2003). Malli on vastakohta yksittäisiin osa-alueisiin, esimerkiksi osataitoon, kuten tiedon arviointiin, keskittyville lähestymistavoille (Brand-Gruwel & van Strien, 2018). Kokotehtävämallia sovellettaessa on tärkeää huomioida oppilaiden taitotaso. Tarvittaessa harjoittelua tulee yksinkertaistaa ja tukea tai soveltaa osatehtäväharjoittelua kokotehtävämallin tukena. (Van Merriënboer ym. 2003; Van Merriënboer & Kester, 2008.) Oppilasta voidaan tukea esimerkiksi tarjoamalla perustietoa tehtävän aiheesta, jäsennys keskeisistä käsitteistä (esim. miellekartta) tai valmiita strategioita tehtävässä etenemiseksi (esim. lukustrategia) (Daniel ym., 2018).

Integroidun opetussuunnitelman avulla voidaan tukea sekä luonnontieteiden että lukutaidon oppimista (esim. Cervetti ym., 2012; Hwang ym., 2021; Pearson ym., 2010). Hwang ja kumppanit (2022) totesivat meta-analysissään, että integroidussa opetuksessa opiskelien oppilaiden luetun ymmärtämisen taidot ja sisältötiedot paranevat. Graham ja kumppanit (2020) puolestaan havaitsivat, että luonnontieteelli-

sistä sisällöistä kirjoittaminen vahvasti oppilaiden tiedeosaamista kaikilla kouluasteilla (Graham ym., 2020).

Tehokkaaksi on osoittautunut myös sisältötiedon, lukutaidon ja tutkivien tehtävien yhdistäminen opetuksessa (esim. Cervetti ym., 2012; Pearson ym., 2010). Tutkivat tehtävät, niin empiiriset kuin valmiiseen aineistoon pohjautuvat, ovat tyypillinen tiedeopetuksen menetelmä (Dyasi, 2006), sillä niissä oppilaat ovat aktiivisia ymmärryksen rakentajia passiivisen tiedon vastaanottamisen sijaan (Furtak ym., 2012). Valmiiseen aineistoon pohjautuvia tutkivia tehtäviä hyödynnetään tyypillisesti sellaisten ilmiöiden opetuksessa, joita ei voida tutkia luokassa empiirisesti (Dyasi, 2006; Cervetti ym., 2007).

Tutkimukset ovat osoittaneet, että tutkivien tehtävien avulla voidaan tukea oppilaiden myönteistä suhtautumista luonnontieteisiin (Blanchard ym., 2010; Furtak ym., 2012), tiedon haun, arvioinnin ja syntetisoinnin taitoja (Wiley ym., 2018) sekä ilmiöiden sisällöllistä ymmärtämistä (Wiley ym., 2018; Nokes ym., 2007). Nämä tutkivien tehtävien suotuisat vaikutukset oppimiselle edellyttävät kuitenkin opettajan aktiivista ohjausta (Dah ym., 2024). Tehokkaassa tutkivan lukemisen ohjauksessa opettaja ohjaa oppilaita käyttämään erilaisia lukustrategioita niin ennen lukemista, lukemisen aikana kuin lukemisen jälkeen (Osborne ym., 2016; Patterson ym., 2018). Ennen lukemista hyödynnettäviä lukustrategioita ovat esimerkiksi oppilaiden ennakkotiedon aktivointi (Cervetti, 2021) sekä keskeisten käsitteiden tai väärinkäsitysten käsittely ennen lukemisen aloittamista (Cromley ym., 2010). Lukemisen aikana oppilaat tarvitsevat strategioita päätelmien tekemiseen ja eri lähteiden yhteyksien tunnistamiseen. Näitä voidaan tukea esimerkiksi mallintamalla päättelyketjuja (Cervetti, 2021) ja eri lähteiden vertailua (Goldman ym., 2012). Lukemisen jälkeen on puolestaan tärkeää esimerkiksi keskustella tekstien herättämistä ajatuksista. Yhteinen keskustelu voi tukea tulkintaa ja toisaalta tarjota uusia näkökulmia. (Patterson, 2018.)

Kokotehtävämalliin liittyvää aiempaa tutkimusta ei ole saatavilla yhtä runsaasti kuin oppiaineintegraatiota käsittelevää tutkimusta. Olemassa oleva tutkimus kuitenkin viittaa siihen, että kokotehtävämallin soveltaminen opetuksessa on hyödyllistä tietojen, taitojen ja asenteiden yhdenaikaisessa oppimisessa (Brand-Gruwel & van Strien, 2018; Wopereis ym., 2015), myös alakoulussa (esim. Kuiper ym., 2008; Kroustallaki ym., 2015). Kuiper ja kumppanit (2008) havaitsivat tutkimuksessaan, että oppilaan sisältötiedot sekä tiedonhaku- ja arviointitaidot kehittyivät, kun he osallistuivat kokotehtävämallia soveltavaan interventioon. Tutkimuksessa nousi esiin myös opettajan ohjauksen merkityksellinen rooli tietojen ja taitojen kehittämisessä. (Kuiper ym., 2008.) Kroustallakin ja kumppaneiden (2015) tutkimus puolestaan osoitti, että kokotehtävämallia soveltamalla voidaan vahvistaa samanaikaisesti oppilaan asenteita ja taitoja (Kroustallaki ym., 2015).

3 Ekologinen viitekehys tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämiseen

Tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämistä lähestytään ekologisen viitekehysten (Gibson, 1977, 1979) näkökulmasta. Ekologinen viitekehys perustuu James Gibsonin (1977, 1979) kehittämään tarjouman (affordance) käsitteeseen ja tarjoumateoriaan (Affordance theory). Taustalla ovat Gibsonin (1977, 1979) autenttisisissa ympäristöissä toteuttamat eläintutkimukset, jotka huomioivat maailman kompleksisuuden (Chong & Protocor, 2019). Tutkimukset osoittivat, että eläimet havaitsevat ympäristössään ja sen objekteissa toimintamahdollisuuksia eli tarjoumia. Tarjoumat eivät ole eläimen tai objektin ominaisuus, vaan ne kehkeytyvät eläimen ja ympäristön vuorovaikutuksessa. Esimerkiksi lehti voi tarjota toukalle ravintoa ja hämähäkille suojaa. (Gibson, 1977, 1979.)

3.1 Ekologisen viitekehysten soveltaminen kasvatustieteessä

Ekologista viitekehystä ja tarjouman käsitettä on sovellettu laajalti eri tieteenaloilla. Sarehin ja Loudonin (2024) kattava kartoitus osoittaa, että tarjouman käsitettä on käytetty muun muassa psykologian, neurotieteen, ympäristötieteen, kauppatieteen, tietojenkäsittelytieteen ja kasvatustieteen tutkimuksessa. Kasvatustieteessä ekologista viitekehystä ja tarjouman käsitettä on hyödynnetty niin opetus- ja oppimistilanteiden kuin opetuksen ja oppimisen suunnittelun ja kehittämisen tutkimuksessa (Hammond, 2010). Ekologisen viitekehysten avulla voidaan ottaa huomioon luokahuoneympäristön monimutkaisuus ja sen osatekijöiden yhteys toisiinsa (Priestley ym., 2015). Tarjouman käsitteen kautta voidaan tavoittaa se, mitä materiaalit ja välineiden ominaisuudet tarjoavat opettajille ja oppilaille. (Wu & Puntambekar, 2012). Esimerkiksi joillekin oppilaille oppimistehtävä voi tarjota mahdollisuuden oppia, mutta toisille oppilaille se voi olla liian helppo tai liian vaikea, jolloin oppiminen ei mahdollistu.

Tarjouman käsitettä on sovellettu erityisen paljon tarkasteltaessa teknologian tarjoumia opetukselle ja oppimiselle. Sitä on sovellettu etenkin seuraavien kysymysten

tarkasteluun: miten tarjoumia tulisi suunnitella oppimista tukeviksi, ja miten opetus- ja oppimistyökalujen (esim. digitaalinen oppimisympäristö) tarjoumat havaitaan? Nämä kysymykset ovat myös kietoutuneet yhteen, sillä opetuksen ja oppimisen kehittämistä tehdään usein autenttisissa tilanteissa. (Hammond, 2010.)

Tämän väitöstutkimuksen näkökulmasta relevantteja ovat erityisesti ne tutkimukset, joissa teknologian tarjoumat on yhdistetty luonnontieteiden tai lukutaidon opetukseen ja oppimiseen (esim. Stewart, 2015; Webb, 2005; Wu & Puntambekar, 2012). Näissä tutkimuksissa on havaittu, että tarjoumat voivat olla niin opetusta ja oppimista tukevia kuin rajoittavia. Luonnontieteen kontekstissa tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että digitaaliset oppimisympäristöt tarjoavat tukea sisältöjen, kuten käsitteiden, oppimiseen (esim. Webb, 2005). Toisaalta on kuitenkin havaittu, että osa digitaalisista oppimisympäristöistä sisältää tarjoumia, jotka vievät runsaasti huomiota tukematta oppimista (Armstrong ym., 2005). Lukutaidon tutkimuksessa on todettu, että teknologia, kuten sosiaalinen media, voi edistää oppilaiden motivaatiota ja yhteistyötaitoja (Stewart, 2015). Toisaalta esimerkiksi e-kirjat ja niihin liittyvät oppimisalustat tukevat harvoin olennaisen tiedon tunnistamista tai tiedon integrointia (Roskos ym., 2017).

Useiden tutkimusten tuloksissa keskiöön nousee opettajan merkityksellinen rooli tarjoumien havaittajana, hyödyntäjänä ja ohjaajana (esim. Stewart, 2015; Webb, 2005; Wu & Puntambekar, 2012). Tutkimuksissa todetaan, että tarjoumien myönteinen vaikutus oppimiselle ei ole suoraviivaista, vaan edellyttää opettajan ohjausta tarjoumien havaitsemisessa ja hyödyntämisessä (Webb, 2005; Wu & Puntambekar, 2012). Toisaalta on myös tilanteita, joissa opettajan ohjaus tarjoumien havainnointiin ei ole tarkoituksenmukaista. Jos tarjoumat ovat oppilaan taitotasoa vaativampia, voi tarjoumien sovittaminen oppilaiden taitotasoon olla ohjaamista tärkeämpää. (Wu & Puntambekar, 2012.)

Tässä väitöstutkimuksessa ekologista viitekehystä ja tarjouman käsitettä sovelletaan tiedelukupäätökokeilun vuorovaikutuksen tutkimiseen. Oleellista ei ole se, millainen tiedelukupäätien pedagogiseen lähestymistapaan sisältyvä oppimistehtävä tai digitaalinen oppimisympäristö on, vaan se, mitä se opettajalle tai oppilaalle tarjoaa (esim. tukee tiedelukupäätien opetuksen tavoitteiden saavuttamista).

3.2 Tarjouman käsite ja merkitys tiedelukupäätien opetuksen ja oppimisen kontekstissa

Gibsonin (1977, 1979) kehittämällä tarjouman käsitteellä viitataan siihen, millaisia merkityksiä ja toimintamahdollisuuksia ympäristö tai sen objektit tarjoavat yksilöille (Gibson, 1979; Gibson, 2000). Tarjoumateorian avulla Gibson (1977, 1979) on selittänyt, miten nämä merkitykset ja toimintamahdollisuudet yksilön ja ympäristön vuorovaikutuksessa kehkeytyvät. Teorian pääajatuksena on, että yksilö havaitsee

ympäristöään ja sen objekteja suoraan, ei välillisesti. Yksilön tekemien havaintojen perustana eivät ole ensisijaisesti objektien ominaisuudet tai laatu. Sen sijaan tarjous syntyy yksilön ja kohteen vuorovaikutuksessa asettuen ikään kuin heidän väliinsä. (Gibson, 1979.) Näin yksilö ja kohde muodostavat erottamattoman parin (McGrenere & Ho, 2000).

Ihmistieteisiin sovellettuna tarjouman käsitteeseen liittyvä suora havainnointi on saanut osakseen jonkin verran kritiikkiä. On esitetty, että Gibsonin ajatus suorasta havainnoinnista toimii paremmin eläinmaailmassa. Ihmiset elävät kulttuuri- ja rakennetussa maailmassa, jossa tarjoumien havainnointi perustuu kulttuuriin tietoon, vaatii käsitteellistä ajattelua ja aiempia kokemuksia. Lisäksi konteksti muokkaa tarjoumien havainnointia. Näin tulkittuna havainnointi ei ole suoraa, vaan välillistä. (esim. Bærentsen & Trettvik, 2002.) Hammond (2010) kuitenkin argumentoi, että suora havainnointi ei sulje pois kokemuksen, muistin tai kontekstin merkitystä. Hänen mukaansa suora havainnointi on hyödyllinen metafora kuvaamaan esimerkiksi opettajan äkillisiä oivalluksia pedagogisen työkalun mahdollisuuksista eli sitä, mitä käyttäjä havaitsee heti tai kokee luontevaksi tehdä. On mahdollista, että jos opettaja tai oppilas ei heti havaitse esimerkiksi pedagogisen työkalun tarjoumia suhteessa oppimistavoitteisiin, hän ei innostu sen käytöstä. (Hammond, 2010.)

Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan kontekstissa tarjouman ymmärrettään asettuvan havaintoja tekevän opettajan tai oppilaan ja tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan väliin kiteyttäen sen, millaisia toimintamahdollisuuksia tai merkityksiä pedagoginen lähestymistapa heille tarjoaa. Näin ollen tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa voi tarjota mahdollisuuksia toimintaan, mutta toisaalta myös toiminnan rajoitteita (ks. myös Hammond, 2010). Tarjoumat eivät siis määrää toimintaa, vaan ovat vain mahdollisuuksia (Chen, 2022; Gibson, 1979).

Tarjouman käsitettä on monissa tutkimuksissa täsmennetty liittämällä sen eteen esimerkiksi adjektiiveja ja verbejä, kuten potentiaalinen tai havaittu. Tässä väitöstutkimuksessa sovelletaan tarjouman käsitteen lisäksi täsmennyksiä potentiaalinen tarjous ja havaittu tarjous. Potentiaalisella tarjoumalla tarkoitetaan mahdollista tarjoumaa. Esimerkiksi, tutkimusryhmä on sisällyttänyt tiedelukutaidon pedagogiseen lähestymistapaan potentiaalisia tarjoumia opetuksen ja oppimisen tueksi. Ei ole kuitenkaan selvää, että opettajat ja oppilaat havaitsevat nämä potentiaaliset tarjoumat (Gibson, 1977, 1979; Kyttä, 2002). Havaitulla tarjoumalla viitataan tarjoumaan, jonka havaitsija on huomannut ja tiedostanut. Nämä havaitut tarjoumat voivat näyttäytyä eri havaitsijoille erilaisina (Gibson 1979; Kyttä, 2002). Tämä johtuu siitä, että tarjouman havaitsemisella on tiivis yhteys havaitsijan yksilöllisiin tekijöihin sekä materiaaliseen ja sosiokulttuuriseen ympäristöön (Hammond, 2010; Kyttä, 2003). Näin toiselle havaitsijalle positiivisena näyttäytyvä tarjous, voi näyttäytyä toiselle negatiivisena (Kyttä, 2003).

On todettu, että opettajat eivät aina hyödynnä havaitsemiaan tarjoumia samankaltaisesti tai siten kuin ratkaisun kehittäjät ovat suunnitelleet (Virolainen ym., 2019), vaan tarjoumien hyödyntämisessä on paljon vaihtelua (esim. Rajala & Kumpulainen, 2017; Robinson, 2012). Tarjoumat voivat jäädä käyttämättä esimerkiksi siksi, että havaitsija ei koe niitä hyödyllisiksi tai havaitsija ei ole sitoutunut käsillä olevaan toimintaan tai tehtävään (Pozzi ym., 2014; Wu & Puntambekar, 2012). Yksilön tahtoa hyödyntää tarjoumaa voidaan kuvata toimijuuden käsitteellä (Pozzi ym., 2014).

3.3 Toimijuuden käsite ja merkitys tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kontekstissa

Käsitettä toimijuus on käytetty koulutuksen kontekstissa jo Valistuksen ajoista lähtien. Tuolloin nähtiin, että yksilöiden oman ymmärryksen käytön vahvistaminen oli heidän toimijuutensa perusta. (Biesta & Tedder, 2007; Eteläpelto ym., 2014.) Sittemmin toimijuutta on käsitteellistetty useiden eri lähestymistapojen kautta (Eteläpelto, 2013; Eteläpelto ym., 2014). Toimijuus on nähty toisaalta yksilön kykynä, toisaalta sosiaalisena toimintana (Eteläpelto ym., 2014; Priestley ym., 2015).

Tässä väitöstutkimuksessa nojataan toimijuuden ekologiseen tulkintaan, jota täydennetään subjektikeskeisen sosiokulttuurisen suuntauksen ymmärryksellä. Näille suuntauksille yhteneväisesti toimijuus nähdään prosessina (Biesta & Tedder 2007; Eteläpelto, 2013; Priestley ym., 2015). Toimijuus ei ole jotakin, mitä voi olla tai omistaa, vaan se on jotakin, mitä yksilöt tekevät tai saavuttavat (Biesta & Tedder, 2006). Se on ikään kuin liikettä jotakin päämäärää, kuten oppimista, kohti (Van Lier, 2010).

Toimijuus on yksilön ja ympäristön vuorovaikutuksen tulosta (Biesta & Tedder 2007), ja sitä niin rajoittaa kuin resurssi sosiaalinen, kulttuurinen ja materiaallinen konteksti (Eteläpelto, 2013; Priestley ym., 2015). Luokkahuoneessa toimijuuden kannalta merkityksellisiä voivat olla esimerkiksi opettaja–oppilasvuorovaikutus, toimintakulttuuri tai teknologiset työvälineet. Näiden kontekstitekijöiden vaikutus näkyy siten, että toimijuus ei ole aivan vapaasti valittavissa (Eteläpelto, 2017). On silti todettu, että samankaltainenkin konteksti voi suunnata eri yksilöiden toimijuutta eri tavoin (ks. Back, 2019; Khosronejad ym., 2023; Ruohotie-Lyhty & Moate, 2015; Soini ym., 2015).

Toimijuuden kehkeytyemisessä oleellista on sen relationaalisuus ja ajallisuus (Emirbayer & Misché, 1998). Toimijuus ilmenee nykyhetkessä, mutta siihen vaikuttavat yksilön menneet kokemukset ja tulevaisuuteen suuntautuminen (Priestley ym., 2015). Toimijuus on kytköksissä opettajan tai oppilaan ihanteisiin, tavoitteisiin ja motivaatioon, ja sitä resursoivat muun muassa aiempi kokemus, osaaminen ja kompetenssit (Eteläpelto ym., 2014). Ihanteet ja tavoitteet vaikuttavat siihen, mitä opet-

taja tai oppilas pyrkii saavuttamaan. Menneiden kokemusten vaikutus voi puolestaan näkyä esimerkiksi siten, että opettajat ja oppilaat turvautuvat totuttuihin toimintamalleihin. Tämä rutinoituminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä, vaan yksilöt voivat myös omaksua ja muokata aiempia toimintamallejaan. (Priestley ym., 2015.)

Tässä väitöstutkimuksessa opettajan tai oppilaan toimijuus ilmenee, kun he tekevät valintoja, päätöksiä tai ottavat kantaa tiedelukutaidon pedagogiseen lähestymistapaan ja sen tarjoumiin (ks. myös Eteläpelto ym., 2014). Nämä yksilöllisten ja kontekstuaalisten tekijöiden vuorovaikutuksena kehkeytyvät valinnat ja päätökset ovat ratkaisevan tärkeitä (Priestley ym., 2015) ja voivat myös muovata pedagogista lähestymistapaa. Toimijuuden suuntaa tarkastellaan jatkumona. Jatkumon toisessa päässä on aktiivinen ja tavoitteellinen yksilö eli proaktiivinen toimija (esim. Imants & Van der Wal, 2020; Ruohotie-Lyhty & Moate, 2015). Toisessa päässä on puolestaan reaktiivinen, ympäristön vaatimuksille alisteinen, toimija (Ruohotie-Lyhty, 2011; Ruohotie-Lyhty & Moate, 2015). Opettajan toimijuus voi paikantua jatkumon eri kohtiin, sillä toimijuus ymmärretään dikotomiaa moniäänisemmäksi (ks. myös Heikkilä ym., 2020; Heikkilä & Mankki, 2023).

4 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän väitöstutkimuksen tavoitteena on tutkia, miten tiedelukutaidon opetusta ja oppimista voi kehittää alakoulussa. Tutkimus on osa laajempaa, syklisesti etenevää kehittämisprojektia, jonka tavoitteena on kehittää tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa opetuksen ja oppimisen tueksi. Väitöstutkimus lähestyy tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämistä ekologisen viitekehyksen (Gibson, 1977, 1979) linssein. Näin ollen ymmärretään, että tutkimuskohteet ovat osa kompleksista ja dynaamista luokahuoneympäristöä sekä laajempaa kontekstia.

Väitöskirjan päätutkimuskysymys on: Miten pedagoginen lähestymistapa tukee tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämistä luokahuoneympäristössä? Päätutkimuskysymyksestä johdettiin osatutkimusten I–III tutkimuskysymykset. Kysymykset on muotoiltu siten, että ne tuottavat teoreettista ja käytännöllistä tietoa tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan sekä laajemmin opetuksen ja oppimisen kehittämisen tueksi (McKenney & Reeves, 2019).

Osatutkimuksen I tavoitteena oli tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämisen lähtökohtien tunnistaminen. Tutkimuskysymyksenä oli: ”*Millaisia kokemuksia opettajilla on alakoulun tiedelukutaidon opetuksen haasteista?*” Kysymys on tärkeä, sillä vaikka kansainvälistä tutkimusta ilmiöstä on jonkin verran (esim. Lombardi & Sinatra, 2013; Osborne & Allchin, 2024), kotimainen tutkimus on vähäistä. On merkityksellistä syventää ymmärrystä ilmiöstä siinä ympäristössä, jossa opetusta ja oppimista on tarkoitus kehittää.

Osatutkimuksen II tavoitteena oli kuvata opettajien havaintoja tarjoumista ja toimijuutta position rakentajina tiedelukutaitokokeilussa. Tutkimuskysymyksinä olivat: 1) ”*Miten opettajien havainnot tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan tarjoumista rakentuvat?*”, 2) ”*Miten opettaja ilmaisee toimijuuttaan hyödyntäessään lähestymistavan tarjoumia?*”, sekä 3) ”*Miten opettaja positioituu, kun havaitsee tarjoumia ja ilmaisee toimijuuttaan suhteessa lähestymistapaan?*” Kysymysten avulla saadaan tietoa siitä, miten opettajan havainnot tarjoumista ja niiden hyödyntäminen heijastuvat pedagogisen lähestymistavan välittymiseen oppilaille (esim. Pozzi ym., 2014). Tämä on tärkeää opetuksen ja oppimisen kehittämisen näkökulmasta, mutta ilmiönä vähäisesti tutkittu.

Osatutkimuksen III tavoitteena oli tutkia oppilaiden oppimista tiedelukutaitokokeilussa. Tutkimuskysymyksinä olivat: 1) ”*Miten oppilaiden (a) käsitykset ja (b) intertekstuaaliset integrointitaidot kehittyvät tiedelukutaitoprojektin aikana?*”, sekä 2) ”*Miten käsitysten ja intertekstuaalisten integrointitaitojen kehitys ovat yhteydessä?*” Kysymykset tukevat tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämistä, sillä ne tarjoavat tietoa siitä, miten pedagoginen lähestymistapa tukee oppimista. Lisäksi erityisesti alakoululaisten intertekstuaalisten integrointitaitojen aiempi tutkimus on varsin rajallista (esim. Demir ym., 2024), eikä käsitysten ja integrointitaitojen kehityksen yhteyttä ole tiettävästi juuri tutkittu.

5 Metodologisena viitekehyksenä opetuksellinen kehittämistutkimus

Tämä luku alkaa tutkimusstrategian eli opetuksellisen kehittämistutkimuksen, sekä sen keskeisten piirteiden, kuvauksella. Tavoitteena on avata, mitkä olivat koko tutkimus- ja kehittämisprosessia ohjaavat periaatteet. Periaatteiden erittelyn jälkeen edetään tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan kokeilun eli tiedelukutaitoprojektin taustan sekä keskeisten sisältöjen, opetusmenetelmien ja työkalujen kuvaukseen. Sen jälkeen esitellään tutkimusaineistot, niiden keruu ja analysointi. Nämä osiot valottavat, millä lähestymistavoilla tutkimuskysymyksiä tarkasteltiin sekä millaisiin aineistoihin ja analyyseihin kehittämistyö perustuu.

5.1 Opetuksellinen kehittämistutkimus

Väitöstutkimuksessa sovellettava opetuksellinen kehittämistutkimus on tutkimusstrategia, jonka tavoitteena on kehittää opetusta todellisten tarpeiden pohjalta systemaattisen tutkimus- ja kehittämisprosessin kautta (Anderson & Shattuck, 2012; McKenney & Reeves, 2019). Näin ollen strategia soveltuu hyvin tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämiseen tähtäävään tutkimukseen.

Kehittämistutkimuksen juuret ovat 1990-luvulla Allan Collinsin (1992) ja Ann Brownin (1992) työssä. He käyttivät menetelmästä nimitystä suunnittelukokeilu (design experiment). Keskeisenä lähtökohtana opetuksen ja oppimisen tueksi kehitetyille suunnittelukokeiluille oli, että ne tulisi toteuttaa autenttisissa luokkahuonekonteksteissa laboratorio-olosuhteiden sijaan. Näin olisi mahdollista huomioida luokkahuoneympäristön kompleksisuus; oppimisen, opetuksen ja arvioinnin systeeminen luonne sekä näiden linkittyminen esimerkiksi opetussuunnitelmaan. (Brown, 1992.)

Nykyisessä muodossaan kehittämistutkimus on saanut tunnettuutta 2000-luvulta alkaen, jolloin sen käyttö vakiintui etenkin kasvatusalan tutkimusotteena (Anderson & Shattuck, 2012). Kasvatusalan kehittämistutkimukseen viitataan useilla eri käsitteillä, joiden määritelmässä ja tutkimuksellisissa lähestymistavoissa on vaihtelua (esim. Edelson, 2002; Juuti & Lavonen, 2006; McKenney & Reeves, 2019; Wang & Hannafin, 2005). Suomenkielisessä tutkimuksessa on käy-

tetty nimityksiä kehittämistutkimus, design-perustainen tutkimus, design-tutkimus sekä suunnittelututkimus (Lehtonen, Jyrkiäinen & Joutsenlahti, 2021). Kansainvälisestä kirjallisuudesta löytyvät muun muassa termit design research (Edelson, 2002), design-based research (DBR) (Juuti & Lavonen, 2006; Wang & Hanafin, 2005), educational design research (EDR), development(al) research, design experiments ja formative research (McKenney & Reeves, 2019). Lisäksi tutkimuskirjallisuudessa on nostettu esiin kehittämistutkimuksen läheinen suhde toimintatutkimukseen, sillä ne jakavat samoja piirteitä (Anderson & Shattuck, 2012). Nämä kaksi tutkimuksellista lähestymistapaa eroavat ennen kaikkea tutkimustradition suhteen. Kehittämistutkimuksen juuret ovat nimenomaan opetuksen tutkimuksessa (Collins, 1992; Brown, 1992). Toimintatutkimus juontuu puolestaan työn tutkimuksesta (Lewin, 1946).

Tämän väitöstutkimuksen tutkimusstrategiana sovelletaan McKenneyn ja Reevesin (2019) opetuksellisesta kehittämistutkimusta (Educational design research, EDR), jossa näkyvät vaikutteet useista eri teoreettisista viitekehyksistä ja malleista (McKenney & Reeves, 2019). Tieteenfilosofisesti opetuksellinen kehittämistutkimus pohjautuu konstruktivismiin ja pragmatismiin. Yhdessä nämä paradigmat ohjaavat kehittämistutkimusta siten, että tutkimusprosessi huomioi tiedon yksilöllisen ja kontekstuaalisen rakentumisen sekä tiedon käytännöllisen luonteen. Opetus ja oppiminen ymmärretään osana kulttuurisia, historiallisia ja institutionaalisia konteksteja, joissa ne tapahtuvat. Näin ollen opetuksen kehittämiseen vaikuttavat muun muassa materiaallinen ympäristö (esim. luokkatila, teknologia), institutionaaliset olosuhteet (esim. opetussuunnitelma), kulttuuriset normit (esim. millaisia arvoja opetetaan), diskurssit (miten opetuksesta ja oppimisesta puhutaan) sekä opettajien ja oppilaiden valinnat ja toiminta. (McKenney & Reeves, 2019.)

McKenneyn ja Reevesin (2019) opetuksellista kehittämistutkimusta ohjaavien periaatteiden mukaisesti tässä tutkimuksessa toteutuvat kehittäminen autenttisissa olosuhteissa, teoriaperustaisuus, vuorovaikutteisuus sekä iteratiivisuus. Kehittämistutkimusta ohjaavien periaatteiden toteutuminen on kuvattu taulukossa 1.

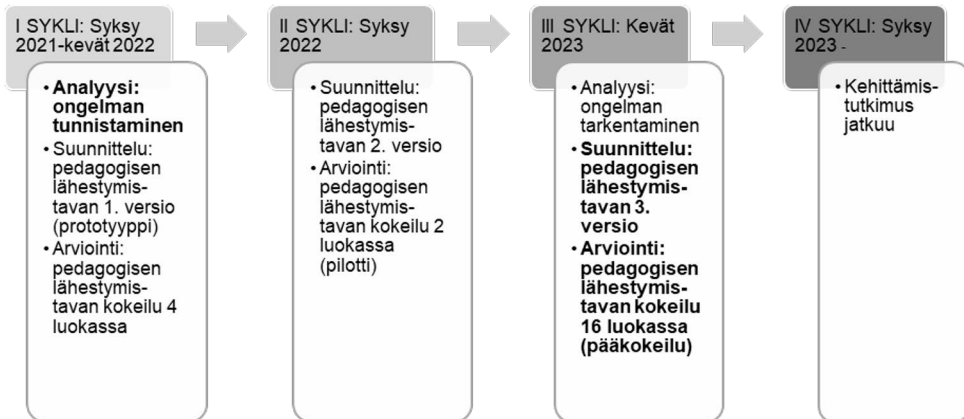
Taulukko 1. Kehittämistutkimusta ohjaavien periaatteiden toteutuminen tässä tutkimuksessa.

Opetuksellisen kehittämistutkimuksen ohjaava periaate	Ohjaavan periaatteen toteutuminen tässä tutkimuksessa
Kehittäminen autenttisissa olosuhteissa	Tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa kehitettiin opetuskokeilujen (tiedelukutaitoprojekti) avulla. Tiedelukutaitoprojekti toteutettiin 5.–6.-luokissa osana suomen kielen ja kirjallisuuden ja ympäristöopin opetusta.
Teoriaperustaisuus	Olemassa olevaa teoriaa käytettiin tutkimuksen kehystämiseen (ekologinen viitekehys) ja tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan suunnitteluun (holistinen lähestymistapa). Tutkimus syventää teoreettista ymmärrystä tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen haasteista sekä opettajien positioitumisesta kokeilemaansa pedagogiseen lähestymistapaan. Lisäksi tutkimus tarjoaa suunnitteluperiaatteita eli suosituksia siitä, miten tiedelukutaidon opetuksen haasteita voisi lähestyä.
Vuorovaikutteisuus	Väitöskirjatutkija toimi osana tutkimusryhmää tehden samalla tiivistä yhteistyötä opettajien ja oppilaiden kanssa tutkimusprosessin eri vaiheissa. Näin oli mahdollista tavoittaa eri näkökulmia (tutkijat, opettajat, oppilaat) kehittämisprosessin tueksi. Väitöskirjatutkija toimi sekä tutkimustietoa hyödyntävänä kehittäjänä että uutta tietoa tavoittelevana tutkijana.
Iteratiivisuus	Tutkimusprosessi muodostui iteratiivisista sykleistä, joissa vuorottelivat analyysi-, suunnittelu- ja arviointivaiheet. Analyysivaiheessa tiedelukutaidon opetuksen haasteet tunnistettiin teorian ja empirian avulla. Suunnitteluvaiheessa tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa muotoiltiin teorian, empirian ja käytännön viisauden pohjalta. Suunnitteluprosessi toteutettiin peräkkäisten, tarkentuvien versioiden avulla. Arviointivaiheessa toteutettiin pedagogisen lähestymistavan arviointi empiirisiä tuloksia ja reflektointia hyödyntäen. Näin päädyttiin johdopäätöksiin ja uusiin suunnitteluideoihin versioiden parantamiseksi. Analyysi-, suunnittelu- ja arviointivaiheiden rinnalla kulki koko ajan levitysvaihe. Tämä tarkoitti sekä käytännön toimijoiden osallistumista että heidän tarpeidensa ja kontekstin huomiointia.

Teoriaperustaisuus viittaa siihen, että opetuksellinen kehittämistutkimus perustuu teoriaan, mutta samalla kehittää teoriaa. Vuorovaikutus tutkimusryhmän sekä käytännön toimijoiden välillä on läsnä tutkimusprosessin kaikissa vaiheissa. Iteratiivisuus puolestaan mahdollistaa kehitteillä olevan opetusratkaisun jatkuvan parantamisen ja sopeuttamisen muuttuviin olosuhteisiin. (McKenney & Reeves, 2019.)

5.2 Tutkimus- ja kehittämispöessi

Tiedelukutaidon pedagogisesta lähestymistavasta kehitettiin useita versioita syklisesti etenevien analysointi-, suunnittelu- ja arviointivaiheiden avulla. Tutkimus- ja kehittämispöessi eteni näiden iteratiivisten vaiheiden kautta siten, että uusi vaihe perustui edellisen vaiheen tuloksiin. (McKenney & Reeves, 2019.) Väitöstudiumpöessi koostui kolmesta syklisestä, jotka on kuvattu kuvioon 2. Osatutkimuksissa raportoidut vaiheet ovat kuviossa lihavoituilla. Vaiheet ovat ensimmäisen syklin analyysivaihe ja kolmannen syklin suunnittelu- ja arviointivaihe. Ensimmäisen syklin analyysivaihe valittiin, sillä kehittämisen lähtökohtien tunnistaminen on tyypillinen tapa aloittaa opetuksellinen kehittämistutkimus. Kolmannen syklin suunnittelu- ja arviointivaihe valittiin, koska tutkimukseen haluttiin ottaa mukaan kehittämistutkimuspöessin pääkokeilu. Kehittämistutkimus jatkuu edelleen, kunnes opetusta ja oppimista riittävästi tukeva versio saavutetaan. (McKenney & Reeves, 2019.)



Kuvio 2. Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan tutkimus- ja kehittämispöessi.

Tutkimus aloitettiin tarpeiden ja kontekstin analysoinnilla sekä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen perehtymisellä. Ensimmäisen syklin analyysivaiheessa kartoitettiin olemassa olevia tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen haasteita. Tämän jälkeen edettiin suunnitteluvaiheeseen, jossa aiempia, samankaltaisia tutkimuksia hyödynnettiin inspiraation lähteenä haasteisiin vastaamiseksi. Näin päädyttiin siihen, että koko pöessin ajan tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan kehittämistä ohjasi holistinen lähestymistapa opetukseen ja oppimiseen (esim. Stoddart ym., 2002). Lisäksi pedagogisen lähestymistavan tavoitteiden ja sisältöjen pohjana olivat Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014).

Ensimmäisessä syklissä pedagogiseen lähestymistapaan sisältyvät materiaalit muistuttivat enemmänkin muistiinpanoja ja alustavia opetusmateriaaleja kuin val-

mista oppikirjaa tai opetusopasta. Myöskään digitaalinen oppimisympäristö ei vielä tässä vaiheessa sisältänyt kaikkia toiminnallisuuksia. Näin ollen ensimmäisen syklin tiedelukutaidon pedagogisesta lähestymistavasta käytetään nimitystä prototyyppi (Nieveen & Folmer, 2013). Ensimmäisen syklin arviointivaihe toteutettiin kokeilemalla prototyyppiä yhden koulun neljässä 5.–6.-luokassa. Tutkimusryhmän tutkijat, väitöskirjatutkija mukaan lukien, toimivat kokeilun opettajina. Arviointi toteutettiin tutkijoiden toimesta havainnoinnin, kenttämuistiinpanojen, oppilaiden alku- ja loppumittausten sekä opettajien loppuhaastattelujen pohjalta. Tutkimusryhmä keskusteli tutkijoiden tekemien havaintojen ja kerätyn aineiston pohjalta prototyypin toimivuudesta. Keskustelujen pohjalta tehtiin päätökset prototyypin kehittämiseksi. Tässä vaiheessa päätettiin esimerkiksi karsia opettajajohtoista opetusta ja toisaalta lisätä tukea käsitteiden ymmärtämiseen.

Kehittämistutkimuksen toisessa syklissä suunniteltiin pedagogisen lähestymistavan toinen versio. Toista versiota kokeiltiin yhden koulun kahdessa 5.–6.-luokassa. Kokeilun opettajina toimivat luokkien omat opettajat. Toisessa versiossa pedagogiseen lähestymistapaan sisältyvät materiaalit olivat seuraavat: sähköinen opettajan opas, opetuskertoja jäsentävät diasarjat sekä oppilaan materiaalit, jotka sisälsivät monistevihon ja digitaalisen oppimisympäristön. Opettajat osallistuivat tutkijoiden toteuttamaan kokeilun alkuperehdytykseen. Ensimmäisen syklin tapaan arviointi toteutettiin tutkijoiden toimesta havainnoinnin, kenttämuistiinpanojen, oppilaiden alku- ja loppumittausten sekä opettajien loppuhaastattelujen pohjalta. Kertyneen tiedon ja siitä käytyjen keskustelujen avulla tutkimusryhmä suunnitteli ja teki pieniä täsmennyksiä pedagogisen lähestymistavan materiaaleihin ja digitaaliseen oppimisympäristöön. Lisäksi seuraavaan versioon päätettiin sisällyttää aiempaa laajempi perehdytys opettajille ja teettää oppilaiden monistevihosta painettu työkirja.

Pedagogisen lähestymistavan täsmennettyä eli kolmatta versiota testattiin ja arvioitiin tämän väitöstutkimuksen pääkokeilussa. Kolmannessa versiossa pedagogiseen lähestymistapaan sisältyvät materiaalit olivat samat kuin toisessa versiossa, mutta oppilaan aiempi monistevihko oli nyt painettu työkirja. Pedagogisen lähestymistavan kokeilua tuettiin, etäyhteydellä toteutettujen, opettajien alkuperehdytyksen sekä kolmen vapaamuotoisen ryhmämentoroinnin avulla. Lisäksi jokaisella opettajalla oli yksi pääasiallinen yhdyshenkilö tutkimusryhmästä. Pedagogisen lähestymistavan arviointi toteutettiin opettajille suunnattujen palautekyselyiden sekä oppilaiden alku- ja loppumittausten avulla. Lisäksi oppilaiden alku- ja loppumittausten kautta syvennettiin ensimmäisen syklin analyysia tiedelukutaidon oppimisen haasteista. Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan pääkokeilusta käytettiin nimitystä tiedelukutaitoprojekti. Tiedelukutaitoprojekti ja sen lähtökohdat kuvataan seuraavassa alaluvussa.

5.3 Tiedelukutaitoprojekti

Kehitteillä olevassa tiedelukutaidon pedagogisessa lähestymistavassa yhdistyivät mitä, miksi ja miten tiedelukutaitoa opetetaan. Pedagogisen lähestymistavan suunnittelun lähtökohtina olivat teorian ja empirian pohjalta tunnistetut tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen haasteet, aiempi tutkimus tiedelukutaidon, käsitteiden, ja luku- ja kirjoitustaidon opetuksesta sekä Perusopetuksen opetussuunnitelman sisällöt ja tavoitteet. Näiden lähtökohtien pohjalta tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa kokeilevassa tiedelukutaitoprojektissa päädyttiin soveltamaan holistista opetusta, tarkemmin oppiaineita integroivaa lähestymistapaa sekä kokotehtävämallia (Stoddart ym., 2002; Van Merriënboer & Kester, 2008). Tiedelukutaidon pedagogisessa lähestymistavassa tuettiin opettajia integroimaan oppiainekohtaisten sisältötietojen (Roberts, 2007) sekä monilähteen lukemisen ja kirjoittamisen taitojen (Britt ym., 2014; Norris ym., 2008) opetus samalla tukien oppilaan tieteeseen sekä luku- ja kirjoitusprosessiin sitoutumista (Norris & Phillips, 2003).

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) mukaisesti opettajan tehtävänä on suunnitella, ohjata, kannustaa ja arvioida oppilaiden oppimisprosesseja. Tiedelukutaidon osalta tämä tarkoittaa esimerkiksi oppilaan ohjausta käsite rakenteidensa kehittämisessä sekä tiedon hankinnan, arvioinnin, tekstin ymmärtämisen taitojen harjoittelussa (Opetushallitus, 2014). Tämä edellyttää opettajalta moninaista asiantuntemusta, kuten ymmärrystä tieteellisen tiedon luonteesta, oppiaineiden sisältötiedon tuntemusta sekä pedagogista osaamista (Osborne & Dillon, 2008). Pedagoginen osaaminen on tärkeää esimerkiksi tutkitun tiedon äärelle ohjaamisessa (Cantell, 2015). Opetuksensa tukena opettaja voi hyödyntää erilaisia pedagogisia ratkaisuja, kuten työtapoja, materiaaleja ja välineitä (Opetushallitus, 2014).

Tiedelukutaidon pedagogisessa lähestymistavassa hyödynnettiin eri tiedonaloja ja tutkivaa työskentelyä. Laaja-alaisen osaamisen harjoittelu integroitiin ympäristöopin sekä suomen kielen ja kirjallisuuden oppiaineisiin. Näin ollen pedagogisiin materiaaleihin sisältyi opetuksellisia aktiviteetteja, joiden avulla oppilaat harjoittelivat tiedon hankintaa useasta lähteestä (L1, L4, L5) sekä tietolähteiden kriittistä arviointia (L4, L5), tulkintaa (L4) ja käyttöä tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntäen (L4, L5). Oppilaat harjoittelivat myös tekstin ymmärtämisen strategioita, syy-seuraussuhteiden tunnistamista sekä johtopäätösten tekemistä. Näiden lisäksi oppilasta ohjattiin ymmärtämään monimutkaisia ilmiöitä käsitteiden ja käsite rakenteiden avulla. (ks. Opetushallitus, 2014) Kokotehtävämalliin tukeutuen (esim. Van Merriënboer & Kester, 2008), tietoja, taitoja ja asenteita vahvistettiin systemaattisesti osana monilähteistä tutkivaa prosessia (ks. Britt & Rouet, 2012). Prosessin tukena oli myös osatehtäväharjoittelua, kuten pääkohtien tunnistamisen harjoittelua (Van Merriënboer & Kester, 2008).

Jotta tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa voitiin kokeilla, rakennettiin siitä viiden opetuskerran (5 × 90 min.) monialaista oppimiskokonaisuutta muistutettava tiedelukutaitoprojekti. Projektin toteuttamiseksi opettajat saivat digitaalisen

opettajan oppaan ja opetuskertakohtaiset diasarjat. Oppilaiden käyttöön annettiin painettu työkirja ja digitaalinen oppimisympäristö. Näiden pedagogisten materiaalien käyttöä tuettiin tutkijoiden vetämällä etäperehdytyksellä ja -mentoroinnilla.

Digitaalisessa opettajan oppaassa kuvattiin projektin tavoitteet ja aikataulu sekä tarjottiin taustatietoa sisällöistä ja opetusmenetelmistä. Opetuskertakohtaiset diasarjat tarjosivat opetuskertojen rakenteen. Niihin oli sisällytetty kaikki opetusaktiviteetit sekä ohjeet työkirjan ja digitaalisen oppimisympäristön käyttöön. Kaikilla opetuskertoilla oli samanlainen rakenne. Kukin kerta alkoi tavoitteiden läpikäymisellä, josta edettiin ennakkotietojen aktivointiin kirjoitustehtävien ja pari- tai ryhmäkeskustelujen avulla (esim. Vosniadou, 2019). Näitä aktiviteetteja seurasivat eksplisiittinen opetus ja keskustelut keskeisistä käsitteistä ja luku- ja kirjoitusstrategioista (esim. Barzilay ym., 2018). Näiden jälkeen strategioita harjoiteltiin. Tässä vaiheessa keskeistä oli myös tutkivien tehtävien parissa työskentely. Opetuskertojen lopuksi oppilaat reflektoivat omaa oppimistaan ja saivat kotitehtävän. Ennakkotietoa ja luku- ja kirjoitusstrategioita harjaannuttavat tehtävät, oppimisen reflektointilomakkeet sekä kotitehtävät olivat oppilaiden työkirjoissa.

Tietojen, taitojen ja asenteiden integrointia vaativat tutkivat tehtävät olivat kaikkien opetuskertojen keskiössä (Van Merriënboer & Kirschner 2017; Merrill 2002). Tehtävät käsitelivät ympäristöopin sisältöjä (eläinten sopeutuminen, ilmastonmuutos). Tehtäviä oli koko projektin aikana kolme, ja ne olivat seuraavan kaltaisia: *“Etsi tietoa siitä, miten karhut ja siilit sopeutuvat talveen. Valitse kaksi sopivaa lähdeä. Vertaile karhun ja siilin talvehtimistä.”* Tehtävissä oppilaiden tavoitteena oli hakea, arvioida ja jäsentää useissa lähteissä sijaitsevaa tietoa sekä tuottaa kirjallinen yhteenveto. Oppilaiden käytössä olleet tekstilähteet sisälsivät tietoa eläinten sopeutumisen tavoista (esim. rakenne, käyttäytyminen, lisääntyminen) ja näkökulmista (esim. vuodenajan vaihtelu, kasvillisuus) ja näin mahdollisuuden kehittää käsitystään eläinten sopeutumisesta. Jokainen tehtävä tarjosi oppilaille myös mahdollisuuden harjoitella monilähteisen lukemisen ja kirjoittamisen taitoa. Tutkivien tehtävien opetuskertakohtaiset tietojen ja taitojen harjoittelun painopistealueet on kuvattu taulukkoon 2.

Taulukko 2. Tutkivien tehtävien opetuskertakohtaiset painopistealueet.

Opetuskerta	Taito	Tieto
1.	Tiedonhaku	Eläinten sopeutuminen elinympäristönsään tapahtuviin vuodenajan vaihteluihin.
2.	Tiedon arviointi	Eläinten sopeutuminen elinympäristönsä olosuhteisiin (lämpö, kasvillisuus).
3.	Pääkohtien valikointi ja jäsentäminen	
4.–5.	Yhteenvedon laatiminen	Eläinten sopeutuminen ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Tutkivat tehtävät tehtiin digitaalisessa oppimisympäristössä (ks. Erdmann ym., 2022). Oppimisympäristö oli suljettu ympäristö, joka simuloi internetiä, mutta yksinkertaisesti tutkivan prosessin oppilaille. Se tarjosi rajallisen määrän tekstilähteitä, 5.–6.-luokan tasolle sovitettuja tekstilähteitä, työkaluja monilähteyksisen lukemisen ja kirjoittamisen prosessiin sekä tutoriaalit eli kirjalliset ja visuaaliset ohjeet ohjaamaan oppilaita tutkivan tehtävän eri vaiheissa.

5.4 Tutkimusaineistot

Tutkimusaineistot kerättiin kehittämistutkimuksen ensimmäisen syklin aikana keväällä 2022 sekä kolmannen syklin aikana keväällä 2023. Aineistonkeruussa hyödynnettiin haastattelua (osatutkimus I), verkkokyselyjä (osatutkimukset II ja III) sekä alku- ja lopputestausta (osatutkimus III). Nämä ovat tyypillisiä opetuksellisissa kehittämistutkimuksissa käytettyjä menetelmiä (McKenney & Reeves, 2019).

I osatutkimuksen aineisto on osa kehittämistutkimuksen ensimmäisen syklin analyysivaiheen aikana kerättyä aineistoa. Tutkimuskontekstina oli yliopiston tutkimusryhmän ja yliopiston yhteistyökoulun 5.–6.-luokkien (n=4) yhteinen opetuskokeilu keväällä 2022. Opetusryhmissä oli läsnä sekä kielellinen että tuen tarpeen moninaisuus, mikä heijastelee nykypäivän luokkahuoneiden tilannetta (Husu & Toom, 2016). Toisaalta mukana oli myös kielipainotteisessa opetuksessa olevia luokkia, joihin oppilaat valikoidaan pääsykokeiden avulla. Kokeiluun ja tutkimukseen osallistumisen mahdollisuutta tarjottiin harkinnanvaraisesti ja se oli opettajille vapaaehtoisista. Tutkimukseen osallistui kaikki kokeiluun osallistuneet neljä (n=4) opettajaa. Heidän opettajakokemuksensa vaihteli kahdesta vuodesta yli 20 vuoteen. Yksi opettajista oli opettajaopinnoissaan erikoistunut äidinkielen, yksi maantieteeseen ja yksi oli suorittanut digitaalisen teknologian opinnot.

Tutkimusaineisto koostui opettajien (n=4) haastattelulitteraateista (65 A4-sivua, pistekoko 12, riviväli 1,5). Opetukselliselle kehittämistutkimukselle tyypillisesti kehittämisen lähtökohdat kartoitettiin ennen varsinaisen projektin aloittamista pienessä mittakaavassa (McKenney & Reeves, 2019). Aineiston keruuta ohjasi tutkimuskysymys ja aineiston riittävyys varmistettiin kylläntymisen avulla (Morse, 2018). Aineistonkeruumenetelmäksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu, sillä se on tavallinen tapa kerätä tietoa ihmisten kokemuksista (Brinkmann & Kvale, 2018; Krippendorff, 2019). Se tarjoaa selkeän haastattelurungon, mutta myös joustavuutta täydentävien kysymysten esittämiseksi (Kvale, 2007). Haastattelurunko sisälsi taustatietokysymysten lisäksi 14 kysymystä tiedelukutaidon opetuksesta äidinkielen ja ympäristöopin oppiaineissa. Haastattelurunko löytyy liitteestä 1. Haastattelu esitettiin opettajalla, joka ei osallistunut varsinaiseen haastatteluun. Esitelmä varmisti haastattelukysymysten ymmärrettävyyden sekä toimivuuden tutkimuksen tavoitteen nä-

kökulmasta. Varsinaiset opettajien haastattelut toteutettiin ja tallennettiin Turun yliopiston Zoom-etyhteydellä tammikuussa 2022. Kestoltaan ne olivat 36–50 minuuttia.

II ja III osatutkimuksen aineistot olivat osa kehittämistutkimuksen kolmannen syklin arviointivaiheen aineistoa. Tutkimuskontekstina olivat alakouluissa keväällä 2023 toteutetut tiedelukutaitoprojektit. Projektiin osallistumisen mahdollisuutta tarjottiin sivistysjohtajien kautta 5.–6.-luokkien opettajille kahdessa kaupungissa Satakunnassa ja Varsinais-Suomessa sekä yhdessä kaupungissa Uudellamaalla. Näistä projektiin lupautui vapaaehtoisuuden perusteella 17 luokkaa ja 19 opettajaa: kuusi 5. luokkaa, kahdeksan 6. luokkaa sekä kolme yhdysluokkaa. Kaksi luokasta oli yhteisopettajuusluokkia. Yksi luokka keskeytti projektin, joten lopulta osallistujaluokkia oli yhteensä 16 ja opettajia 18. Yhden osallistuneen luokan opettaja ei antanut suostumustaan antamiensa tietojen käyttämiseen tutkimuksessa, joten tutkimukseen osallistuneiden opettajien määräksi tuli 17. Tiedelukutaitoprojektiin osallistuneiden oppilaiden määrä oli kaikkiaan 337. Näistä 297 antoi suostumuksensa tutkimukseen osallistumiseksi. Oppilaiden poissaolojen ja alku- ja loppumittauksen teknisten ongelmien vuoksi osa oppilaiden vastausaineistosta oli puutteellista. Tähän väitöstutkimukseen sisällytettiin vain ne oppilaat, joilta oli saatavilla sekä alku- että loppumittausaineisto kokonaisuudessaan. Näin ollen tämän tutkimuksen oppilasmäärä on 245, sisältäen 110 viidesluokkalaista ja 135 kuudesluokkalaista. Tiedelukutaitoprojekti toteutettiin ja aineistot kerättiin osana tavallista koulutyötä.

II osatutkimuksen aineisto koostui tiedelukutaitoprojektiin ja tutkimukseen osallistuneiden opettajien (n=17) palautekyselyvastauksista (n=213). Opettajien palautetta haluttiin kerätä useita kertoja kokeilun aikana, joten oli luontevaa valita aineistonkeruumenetelmäksi verkkokysely (Nieveen & Folmer, 2013). Palaute kerättiin Webropol-verkkokyselyllä kolmesti projektin aikana (1., 3. ja 5. opetuskerasta) sekä kerran projektin jälkeen. Projektin jälkeen toteutettu kysely käsitteli koko projektia. Kaikissa kyselyissä oli useita kysymyksiä, joista osa oli strukturoituja ja osa luonteeltaan avoimia. Tässä tutkimuksessa hyödynnetään avoimien kysymysten vastauksia. Avoimet kysymykset löytyvät liitteestä 2. Opettajien taustatiedoista kerättiin ja raportoitin vain tutkimuskysymysten kannalta oleelliset tiedot.

Opettajia ohjeistettiin vastaamaan kyselyihin mahdollisimman nopeasti opetuskerrojen jälkeen sekä muistutettiin kyselyyn vastaamisen tärkeydestä sähköpostitse. Kyselyn kysymykset toimivat kehoitteena kertoa tietystä aiheesta (ks. myös Turpeinen, 2011). Vastauksen pituudesta ei annettu ohjetta ja vastauskentän saattoi jättää myös tyhjäksi. Näin ollen opettajien vastausten pituudessa oli variaatiota (0–79 sanaa/kysymys). Kaikkiaan vastausten määrä oli 414. Kun aineiston ulkopuolelle jätettiin tyhjät sekä sellaiset vastaukset, joita ei ollut mahdollista tarkastella positioin-

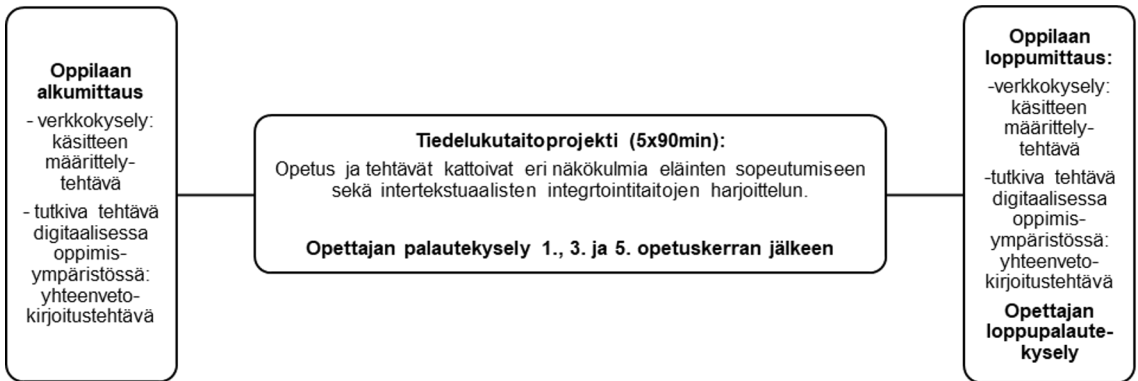
tianalyysin keinoin (esim. ”15 minuuttia” tai ”ok”), tutkimuskysymysten kannalta antoisia vastauksia oli 213.

III osatutkimuksen aineisto koostui 5.–6.- luokan oppilaiden (n=245) alku- ja loppumittausvastauksista käsitteenmäärittely- (n=490) ja yhteenvetokirjoitustehtävään (n=490). Käsitteenmäärittelytehtävä oli osa strukturoitua verkkokyselyä, joka sisälsi useita kysymyksiä ja erilaisia kysymystyyppejä. Oppilaiden käsityksiä eläinten sopeutumisesta mitattiin alku- ja loppumittauksessa täsmälleen samanlaisella käsitteen määrittelytehtävällä: *”Määrittele lyhyesti, mitä tarkoitetaan eläinten sopeutumisella.”* Aikaa koko kyselyyn vastaamiseen oli 15–20 minuuttia.

Oppilaiden tekstin integrointitaitoja mitattiin yhteenvetotehtävän avulla. Yhteenvetokirjoitus oli osa digitaalisessa oppimisympäristössä suoritettavaa tutkivaa tehtävää, joka sisälsi seuraavat vaiheet: 1) tiedonhaku, 2) arviointi, 3) pääkohtien valinta ja 4) yhteenvedon kirjoittaminen. Tehtävänä oli kirjoittaa yhteenvedo aiheesta, miten sade/tuuli syntyy kolmeen relevanttiin ja luotettavaan lähteeseen perustuen. Tehtävänänto oli tasapainotettu: jos oppilaalla oli sadetehtävä alkumittauksessa, oli hänellä tuulitehtävä loppumittauksessa ja päinvastoin. Tehtävänänto oli mahdollista lukea uudestaan tehtävän suorittamisen aikana. Aikaa koko tehtävän suorittamiseen oli 45 minuuttia. Tutkija muistutti ajan kulumisesta, kun suoritusajaa oli jäljellä 25 minuuttia ja 5 minuuttia. Tutkiva tehtävä ja siihen liittyvät ohjeet löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 3. Liitteen 3. tehtävän aiheena on tuuli. Sadeaiheisessa tehtävässä oli vastaava tehtävänänto ja ohjeet.

Tutkivan tehtävän suorittamiseen käytetty digitaalinen oppimisympäristö sisälsi kolme relevanttia, luotettavaa, tutkittuun tietoon perustuvaa tekstiä ja 30 epärelevanttia tekstiä (esim. runo, mainos). Kaikki tekstit olivat tutkijoiden laatimia ja pituudeltaan 200–240 sanaa. Jokainen teksti sisälsi otsikon, keksityt kirjoittajat, organisaation, päivämäärän, kuvituskuva sekä aidon lähdeluettelon. Relevantit tekstit kattoivat sateen ja tuulen syntymisen eri vaiheet. Jokainen kolmesta relevantista lähdetekstistä tarjosi osaratkaisun, mutta ei koko ratkaisua tehtävään. Tätä lähdetekstien rakennetta on käytetty aiemmissa monilähteisen lukemisen tutkimuksissa, sillä se auttaa erottamaan, miten yhteenvedoissa integroidaan eri tekstejä (Wiley ym., 2018).

Opettajat keräsivät alkumittauksen ja tutkimusryhmä puolestaan loppumittauksen kyselyaineiston. Yhteenvedoaineiston keräsivät tutkijat sekä alku- että loppumittauksessa. Kaikissa mittausilanteissa käytettiin standardoituja ohjeistuksia. Kuviin 3. on kuvattu tutkimusasetelma.



Kuvio 3. Tutkimusasetelma.

5.5 Aineistojen analysointi

Tutkimusaineistojen analyysissä sovellettiin sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia menetelmiä. Opettajien haastatteluaineisto (osatutkimus I) analysoitiin laadullisen aineistolähtöisen sisällönanalyysin avulla. Opettajien palautekyselyjen (osatutkimus II) analyysissä sovellettiin kerronnallista lähestymistapaa ja analyysi toteutettiin positiointianalyysin avulla. Oppilaiden (osatutkimus III) käsitteen määrittelytehtävän ja yhteenvetokirjoitustehtävän vastausten analyysi oli kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa oppilaiden vastaukset analysoitiin laadullisten teoriaohjaavien sisällönanalyysien avulla, minkä jälkeen hyödynnettiin tilastoanalyysia.

I osatutkimuksen haastatteluaineistoa lähestyttiin laadullista aineistolähtöistä sisällönanalyysia soveltaen (Cohen ym., 2018). Kehittämistutkimuksen näkökulmasta analyysin tavoitteena oli saavuttaa ymmärrys opettajien kokemuksista tiedelukutaidon opetuksen haasteista ja siten pohjustaa tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämistä (Edelson, 2002). Aineiston käsittely aloitettiin nauhoitettujen haastattelujen litteroinnilla, jonka yhteydessä tehtiin myös alustavia tulkintoja aineistosta (Ruusuvoori & Nikander, 2017). Tästä edettiin syvälliseen aineiston analyysiin aloittaen aineiston lähiluvusta. Lähiluvun aikana aineisto pelkistettiin jakamalla se, tutkimuskysymysten kannalta oleellisiin, ajatuskohtaisiin analyysiyksiköihin (Krippendorff, 2019). Tämän jälkeen tavoitteena oli etsiä aineistosta samankaltaisuuksia ja eroja (Krippendorff, 2019). Näin ollen pelkistämisestä edettiin aineiston ryhmitelyyn, jolloin samaa ilmiötä kuvaavat ilmaisut koottiin ensin alaluokiksi, minkä jälkeen samansisältöiset alaluokat yhdistettiin yläluokiksi ja edelleen yhdistäviksi luokiksi. (Cohen ym., 2018).

II osatutkimuksessa opettajien palautekyselyvastaukset analysoitiin kerronnalliseen lähestymistapaan nojaavan positiointianalyysin (Bamberg & Georgakopolou, 2008) avulla. Kerronnallinen tutkimusote kuvaa tässä tutkimuksessa sekä tutkimusaineiston luonnetta että aineiston analyysitapaa (Heikkinen, 2015). Kerronnalliseen

lähestymistapaan päädyttiin, koska kertomusten kautta on luontevaa rakentaa ymmärrystä ihmisistä ja heidän toiminnastaan (Heikkinen, 2015). Kehittämistutkimuksen näkökulmasta analyysin tavoitteena oli arvioida tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan toteutumista autenttisisessa luokkahuonekontekstissa ja siten tukea pedagogisen lähestymistavan edelleen kehittämistä. Positiointianalyysiin päädyttiin, koska se soveltuu analyysitavaksi pienille, tilanteisille kertomuksille, joita opettajien vastaukset edustivat (ks. Bamberg & Georgakopolou, 2008). Positiointianalyysin avulla on myös mahdollista edetä pienistä kertomuksista kohti laajempaa tulkintaa (Hyvärinen ym., 2019) ja tarkastella opettajien positioitumista niin sosiaalisiin kuin materiaalsiin tekijöihin (esim. Kukkonen, 2011).

Opettajien positioitumista tiedelukutaidon pedagogiseen lähestymistapaan tarkasteltiin havaittujen tarjoumien sekä toimijuuden kautta kolmella tasolla: 1) tarinan, 2) kerronnan sekä 3) kulttuurin tasolla. Tarinan tasolla (taso 1) keskityttiin siihen, mistä tarina kertoo ja miten opettaja tarinassa positioituu suhteessa tarinan sosiokulttuurisiin tekijöihin (Bamberg & Georgakopoulou, 2008; Bamberg 2004b). Kerronnan tasolla (taso 2) tarkastelun keskiössä oli se, miten kerrotaan eli mitkä tekijät vaikuttavat positioitumiseen (Bamberg, 1997). Huomiota kiinnitettiin erityisesti siihen, miten opettajan havaitsemat tarjoumat (Gibson, 1977) ja toimijuus (esim. Eteläpelto, 2008) suuntaavat positioitumista. Kulttuurin tason (taso 3) analyysi pohjautui edellisten tasojen analyysiin (Bamberg & Georgakopoulou, 2008). Analyysissa hyödynnettiin tarjoumateorian (Gibson, 1977) käsitteitä positiivinen ja negatiivinen tarjouma sekä toimijuuden asettumista jatkumolle reaktiivinen ja proaktiivinen toimijuus (esim. Ruohotie-Lyhty & Moate, 2015). Analyysin ytimessä oli, millaista pysyvää käsitystä opettaja positioistaan suhteessa tiedelukutaidon pedagogiseen lähestymistapaan välittää (taso 3). Kaikilla tasoilla huomiota kiinnitettiin positiointivihjeisiin (Georgakopoulou, 2013) eli kertomuksissa esiintyviin puhetapoihin sekä kielellisiin välineisiin, kuten pronomineihin ja verbeihin (Bamberg, 1997). Nämä avasivat opettajan suhdetta pedagogiseen lähestymistapaan (Pöysä, 2015). Lisäksi huomioitiin, että positiointi voi olla suoraa tai se voidaan osoittaa epäsuorasti, kuten kertomalla muista toimijoista (Pöysä, 2015). Passiivissa kirjoitetut vastaukset tulkittiin Turpeisen (2011) tavoin kertovan myös tuottajastaan, sillä tekijättömiä tekstejä ei ole olemassa (Pöysä, 2015).

III osatutkimuksessa aineistoa lähestyttiin monimenetelmäisesti. Ensimmäisessä vaiheessa oppilaiden vastausten analyysissa sovellettiin laadullisia teorialähtöisiä sisällönanalyysseja. Teoreettinen tausta siis viitoitti ja ohjasi aineistojen analyysia (Hsieh & Shannon, 2005). Tämän jälkeen edettiin tilastollisiin analyyseihin. Kehittämistutkimuksen näkökulmasta, analyysien tavoitteena oli arvioida tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa oppilaan oppimisen tukena ja siten edesauttaa pedagogisen lähestymistavan edelleen kehittämistä.

Käsitteen määrittelyvastausten analyysissä tukeuduttiin 1) Gregoryn (2009) määritelmään eläinten sopeutumisesta sekä 2) Biggsin ja Collisin (1982, 2014) SOLO-taksonomiaan. Näin ollen oppilaiden vastauksia peilattiin määritelmään, jonka mukaan eläinten sopeutuminen on prosessi, jossa populaatiot kehittyvät sopeutumaan ympäristöönsä fyysisten, fysiologisten ja käyttäytymisen piirteidensä myötä (Gregory, 2009). Tarkastelun kohteena oli, miten oppilaat selittivät, missä, miten ja miksi eläimet sopeutuvat. Lisäksi tarkasteltiin näiden eri aspektien yhteyksiä. Oppilaiden vastaukset luokiteltiin SOLO-taksonomiaa (Biggs & Collis 1982, 2014) soveltaen ja siten viidelle tasolle: esirakenteinen (0), yksirakenteinen (1), monirakenteinen (2), suhteutettu (3), ja laajennettu abstrakti (4). Lyhyet kuvaukset SOLO-tasoista sekä esimerkit oppilaiden vastauksista esitetään taulukossa 3 (Vidbäck ym., arvioitavana).

Taulukko 3. Kuvaus ja aineistoesimerkit SOLO-tasoista (Vidbäck ym., arvioitavana).

SOLO-taso	Kuvaus	Aineistoesimerkki
0 Esirakenteinen	Ei ideaa: Oppilas ei ymmärrä pääajatusta tai toistaa kysymyksen.	AK23S0096: <i>"En tiedä."</i> AK23S0012: <i>"Että eläimet ystävyystyy."</i>
1 Yksirakenteinen	Yksi idea: Oppilas tunnistaa yhden aspektin, antaa yhden esimerkin tai toistaa yleisen määritelmän.	AK23S6054: <i>"Että eläimet sopeutuvat erilaisiin elinympäristöihin."</i> AK23S0093: <i>"Eläimet sopeutuvat, esimerkiksi vaihtamalla väriä talvella."</i>
2 Monirakenteinen	Monta ideaa: Oppilas kuvailee tai listaa useita aspekteja tai esimerkkejä, mutta käsittelee niitä erillisinä asioina tai käsitteinä.	AK23S0173: <i>"Se tarkoittaa että eläin on sopeutunut elämään tiettyissä olosuhteissa, esimerkiksi lämpötilassa tai paikassa kuten metsässä."</i> KK23S0316: <i>"Se tarkoittaa että eläin sopeutuu elinympäristöönsä, esimerkiksi kasvattamalla talviturkin."</i>
3 Suhteutettu	Suhteutetut ideat: Oppilas vertailee vähintään kahta aspektia ja/tai esittää vähintään yhden syy-seuraus-suhteen. Oppilas integroi useita asioita tai käsitteitä.	AK23S0271: <i>"Jos on kylmä, ne kasvattavat paksun turkin ja jos on kuuma ne kasvattavat vain ohuen turkin."</i> AK23S0109: <i>"Ilmastomuutoksen vuoksi eläinten täytyy vaihtaa elinympäristöään, koska ne eivät esimerkiksi löydä ruokaa."</i>
4 Laajennettu abstrakti	Laajennettu idea: Oppilas laajentaa suhteutetut faktat laajempaan kontekstiin.	AK23S0241: <i>"Eliöt ovat sopeutuneet elinympäristöihinsä pitkän ajan kuluessa. Jokainen elinympäristö muovaa eliötä sopeutumaan paremmin ympäristöönsä. Eliöt kehittävät sopeumia."</i>

Yhteenvetovastausten analyysissa käytettiin monilähteisen lukemisen teorian (Britt & Rouet, 2012) pohjalta kehitettyä analyysikehikkoa. Sen avulla analysoitiin lähdetekstien integroinnissa onnistumista. Vastatakseen koko tehtävään oppilaan tuli integroida pääideat kolmesta tekstilähteestä. Analyysissa arvioitiin, mitkä yhdeksästä pääideasta (esim. *“Aurinko lämmittää maan pintaa.”* tai *“Vesi haihtuu.”*) oppilas esitti omassa vastauksessaan ja olivatko nämä pääideat onnistuneesti linkitetty toisiinsa. Oppilas sai pisteen jokaisesta esittämästään pääideasta. Oppilas sai pisteen myös linkittäessään yhden tai useamman pääidean teksteistä 1–2, 2–3 tai 1–3. Lisäksi oppilas sai pisteen, jos linkitti kaikki kolme tekstiä (1–2–3) asianmukaisesti. Maksimipistemäärä pääideoille oli yhdeksän, tekstien välisille linkeille neljä ja koko tehtävälle 13.

Esimerkiksi seuraava vastaus (oppilas AK23S0089) sai sadetehtävästä pääideoiden osalta 5 pistettä ja linkityksistä 4 pistettä. *”Miten sade syntyy? Sateen syntymiseen tarvitaan aurinkoa. Auringon lämpöenergia haihduttaa vettä kaikkialta vesihöyryksi joka nousee ylöspäin ilmavirtauksilla. Taivaalla vesihöyry alkaa tiivistymään, jolloin siitä tulee painavampaa. Kun pisarat ovat painavampia painovoima alkaa vetää niitä puoleensa. Silloin pisarat alkavat putoilla maahan. Eli toisin sanoen alkaa sataa.”*

Oppilas mainitsee vastauksessaan auringon lämpöenergian, veden haihtumisen, olomuodonmuutoksen vesihöyryksi, tiivistymisen (vesihöyryn muuttuminen pisariksi) ja painovoiman merkityksen sateen syntymisessä. Sen sijaan lämpötilan muutos, korkeuden vaikutus jäähtymiseen, ilmavirtaukset pisaroiden liikuttajina sekä pisaroiden yhdistyminen suuremmiksi jäävät mainitsematta. Linkitykset onnistuvat vastauksessa täysien pisteiden arvoisesti, sillä oppilaan mainitsemat pääideat ovat oikeassa järjestyksessä. Lisäksi sidesanat tukevat linkitystä.

Laadullisten teoriaohjaavien analyysien jälkeen edettiin tilastollisiin analyysihin. Kuvailevien tilastojen tuottamiseen käytettiin IBM SPSS Windows versiota 29. Muut analyysit tehtiin rakenneyhtälömallinnuksen viitekehyksessä MPlus -tilasto-ohjelmistolla (versio 8.11). Analyyseissa huomioitiin aineiston hierarkkinen rakenne sekä mahdolliset poikkeamat normaalijakaumasta käyttämällä MLR- ja COMPLEX-vaihtoehtoja mallin estimoinnissa. Tilastolliset analyysit perustuvat Wald Chi²-testiin ja korrelaatioanalyysiin. Efektikoot arvioitiin Cohenin d-arvolla.

Linearisella yhtälöinnillä mukautettiin eri tehtäväversioiden (sade ja tuuli) pistemäärät tasapainottamalla keskiarvojen ja keskihajontojen tasot yhdenmukaiselle ja vertailukelpoiselle asteikolle. Lineaarinen yhtälöinti tehtiin eri tehtäväversioille käyttämällä Jamovi-ohjelmiston snowRMM-moduulia, joka perustuu R-pakettiin. Klusteroidun aineistorakenteen vaikutusta tulostuuttujiin arvioitiin sisäluokkakorrelaatiokertoimen (ICC) avulla. Aineistorakenteen klusteroituminen näkyi siten, että saman luokan oppilaiden vastaukset saattoivat olla keskenään samankaltaisempia kuin eri luokkien välillä. Klusteroitumisen vaikutus huomioitiin käyttämällä MPlus-ohjelmiston COMPLEX-vaihtoehtoa.

5.6 Tutkimusmenetelmien yhteenveto

Taulukossa 4. esitellään yhteenvetona tutkimuskysymykset, käytetyt aineistot, analyysimenetelmät osatutkimuksittain.

Taulukko 4. Aineistot ja analyysimenetelmät osatutkimuksissa.

Osatutkimus	Tutkimuskysymykset	Aineisto	Aineistonkeruu: ajankohta, menetelmä	Analyyssimenetelmä
I	Millaisia kokemuksia opettajilla on alakoulun tiedelukutaidon opetuksen haasteista?	5.–6.-luokan opettajien (n=4) haastattelulitteraatiit (n=4)	Kevät 2022 puolistrukturoitu haastattelu	Laadullinen, aineistolähtöinen sisällönanalyysi (Cohen ym., 2018)
II	Miten opettajien havainnot tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan tarjoustusta rakentuvat? Miten opettaja ilmaisee toimijuuttaan hyödyntäessään lähestymistavan tarjoumia? Miten opettaja positioituu, kun havaitsee tarjoumia ja ilmaisee toimijuuttaan suhteessa lähestymistapaan?	5.–6.-luokan opettajien (n=17) palautekyselyvastaukset (n= 213)	Kevät 2023 neljä strukturoitua verkkokyselyä	Kerronnallinen, positiointianalyysi (Bamberg, 1997, 2004a, 2004b; Bamberg & Georgakopolou, 2008)
III	Miten oppilaiden (a) käsitykset ja (b) intertekstuaaliset integrointitaidot kehittyvät tiedelukutaitoprojektin aikana? Miten käsitysten ja intertekstuaalisten integrointitaitojen kehitys ovat yhteydessä?	5.–6.-luokan oppilaiden (n=245) käsitteen määrittelytehtävän vastaukset (n=490) ja yhteenvetokirjoitukset (n=490)	Kevät 2023 alku-loppumittausasetelma: strukturoitu verkkokysely sisältäen käsitteen määrittelytehtävän, tutkiva tehtävä digitaalisessa oppimisympäristössä sisältäen yhteenveto-kirjoitustehtävän	Monimentelmäinen Teoriaohjaava sisällönanalyysi (Hsieh & Shannon, 2005) Tilastolliset menetelmät: Wald χ^2 -testi ja Pearsonin korrelaatiokerroin

5.7 Eettiset näkökohdat

Tutkimus on osa Suomen Akatemian strategisen neuvoston rahoittamaa tutkimushanketta FINSCI – Fostering Finnish Science Capital (Suomalaisten tiedepääoman kasvattaminen). Tarkemmin, tutkimus on osa FINSCI-hankkeen osahanketta 3: Tulevaisuuden kansalaisten tiedelukutaidon kehittäminen. Tutkimushanke ja siten

myös tämä tutkimus on noudattanut kansallisia ihmistieteellisen tutkimuksen eettisiä periaatteita ja eettisen ennakoarvioinnin käytäntöjä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019) ja saanut hyväksynnän Turun yliopiston ihmistieteiden eettiseltä toimikunnalta.

Eettisessä ennakoarvioinnissa selvitettiin tutkimuksesta koituvat riskit ja haitat, osallistumissuostumuksen pyytäminen ja dokumentointi sekä henkilötietojen käsittely ja aineistohallinta. Mahdollisina haittoina esitettiin, että osa tutkimustehtävistä voi turhauttaa joitakin oppilaita niiden vaikeutensa vuoksi. Lisäksi arvioitiin, että opettajilta voi kuluja tutkimukseen osallistumiseen jonkin verran tavanomaista työmäärää enemmän aikaresurssia. Tutkimukseen osallistumisen hyödyt, kuten oppilaiden tiedelukutaidon ja opettajan ammatillisen osaamisen kehittyminen, nähtiin kuitenkin haittoja suuremmiksi, sillä ne tukevat Perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteiden toteutumista (Opetushallitus, 2014). Jokaisessa osatutkimuksessa osallistujia informoitiin tutkimuksesta ja kaikilta osallistujilta pyydettiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumiseksi. Lisäksi osatutkimuksessa III informointi ja suostumuksen pyytäminen koskivat myös osallistuneiden oppilaiden huoltajia. Tutkimukseen osallistuminen oli osallistujille vapaaehtoista ja sen saattoi keskeyttää milloin vain tutkimuksen aikana. Vain niiden osallistujien vastaukset, jotka olivat antaneet suostumuksensa tutkimukseen osallistumiseksi, sisällytettiin tutkimukseen. Kaikki aineistot analysoitiin ilman henkilötunnistetietoja. Yksittäistä vastaajaa ei voida tunnistaa tutkimuksen tuloksista. Aineisto säilytetään Turun yliopiston GDPR-säännösten mukaisessa pilvipalvelussa sekä FINSCI-projektin verkkolevyllä, joihin molempiin tarvitaan käyttäjätunnukset.

Koko tutkimuksen kattavan eettisen ennakoarvioinnin lisäksi eettisten kysymysten tarkastelua tehtiin osatutkimuksittain. Osatutkimusten erilaiset aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät johtivat siihen, että kussakin osatutkimuksessa painotuitivat hieman erilaiset eettiset näkökohdat. I osatutkimuksessa eettisyyttä pohdittiin erityisesti haastattelumenetelmän näkökulmasta. Haastattelu on sensitiivinen menetelmä, sillä se perustuu osallistujien henkilökohtaisiin kokemuksiin (Brinkmann & Kvale, 2018; Krippendorff, 2019). Tästä syystä haastattelutilanteista pyrittiin rakentamaan kunnioittavia vuorovaikutuskokemuksia aktiivisella kuuntelulla. Haastattelut etenivät joustavasti ja rauhallisesti osallistujan tahdin mukaan.

Sekä I että II osatutkimuksessa eettisen pohdinnan keskiöön nousi vastuullisuus tulkintojen tekemisessä ja tulosten esittämisessä. Tehtäessä tulkintoja opettajien kokemuksista ja kertomuksista pyrittiin jatkuvasti varmistamaan, että osallistujien ääni säilyisi. Reflektoinnin avulla varmistettiin, että tulkinnat perustuvat aineistoon eivätkä ennako-oletuksiin (Anderson & Shattuck, 2012, Levitt ym., 2018). Lisäksi kummassakin osatutkimuksessa käytettiin runsaasti sitaatteja.

III osatutkimuksessa osallistajat olivat alaikäisiä, mikä toi tutkimukseen erityisen eettisen ulottuvuuden. Keskeinen eettinen kysymys koski tutkimuksen kuormit-

tavuutta osallistujan näkökulmasta. Liiallisen kuormittavuuden välttämiseksi alkumittaus toteutettiin kahdessa osassa siten, että kysely ja tutkiva tehtävä suoritettiin eri ajankohtina. Loppumittauskysely oli huomattavasti alkumittauskyselyä lyhyempi, joten loppumittauksen kysely ja tutkiva tehtävä tehtiin yhdellä kerralla. Kaikki mittaukset sekä tiedelukutaitoprojekti toteutettiin osana oppilaiden koulupäiviä.

6 Tulosten yhteenveto

6.1 Opettajien kokemukset tiedelukutaidon opetuksen haasteista (osatutkimus I)

I osatutkimuksen (Vidbäck ym., 2023) tavoitteena oli tarkastella opettajien kokemuksia alakoulun tiedelukutaidon opetuksen haasteista. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että opettajien kokemat tiedelukutaidon opetuksen haasteet kytkeytyvät oppilaiden osaamiseen sekä pedagogisiin resursseihin. Tuloksina tunnistetut haasteet on koottu taulukkoon 5., jossa ne on esitetty rinnakkain. Tarkoitus ei kuitenkaan ole rinnastaa näitä haasteita, vaan havainnollistaa niiden moninaisuutta.

Taulukko 5. Opettajien kokemat tiedelukutaidon opetuksen haasteet.

Opettajien kokemat oppilaiden osaamisen haasteet	Opettajien kokemat pedagogisten resurssien haasteet
Asenteelliset orientaatiot kiinnostuksen puute ja vaihtelu yritteliäisyyden puute	Opettajan osaaminen sisällöllisen ennakkotiedon puute asenteelliset orientaatiot: puutteellinen kiinnostus tai luottamus omaan osaamiseen
Käsitteellinen tieto sanavaraston kapeus ja vaihtelu käsitteellisen ennakkotiedon puute	Käytössä olevan oppimateriaalin laatu virheellinen ja puutteellinen sisältötieto puutteellinen sisältötiedon ymmärtämisen tuki ymmärtämisen arviointia tukevien tehtävien puute monilähteisyyteen ohjaamisen puute eriyttämisen puute
Monilähteyden lukemisen ja kirjoittamisen taidot tiedonhaun ja luetun arvioinnin vaikeus tekstin ymmärtämisen vaikeus lähdetekstien suora kopiointi taitotason vaihtelu	Internet tieto- ja oppimisympäristönä tiedon vaihteleva laatu suuri tietomäärä oppilaiden käyttämien lähteiden valvomisen ja arvioinnin vaikeus

Tutkimuksen tulosten perusteella oppilaiden osaamisen haasteita on tiedelukutaidon kaikilla osa-alueilla; tiedoissa, taidoissa ja asenteissa. Opetusta haastavat oppilaiden sanavaraston ja käsitteellisen tiedon puutteet sekä tiedon haun, arvioinnin,

ymmärtämisen ja syntetisoinnin vaikeus. Myös oppilaiden kiinnostuksen puute on opettajien kokemusten mukaan haastavaa. Tietojen, taitojen ja asenteiden puutteet näyttäisivät myös kietoutuvan tiiviisti yhteen. Yhteiseksi nimittäjäksi opettajien kokemuksissa nousee tekstin ymmärtämisen vaikeudet. Tulokset osoittavat, että opettajat kokivat oppilaiden kiinnostuksen puutteen heikentävän lukuprosessiin sitoutumista ja näin ymmärryksen rakentumista. Yhtä lailla sanavarasto- ja lukustrategia-puutteet voivat opettajien kokemusten mukaan horjuttaa tekstin ymmärtämistä. Tulokset implikoivat, että systeeminen tietojen, taitojen ja asenteiden opettaminen on keskeistä tiedelukutaidon saavuttamisessa.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että pedagogisista resursseista opettajat kokivat haasteena oman osaamisensa vajavaisuuden, käytössään olevien materiaalien laadun puutteellisuuden sekä internetin tieto- ja oppimisympäristönä. Nämä haasteet näyttävät tutkimuksen tulosten pohjalta kytkeytyvän monesti opettajan oppikirjasitoutuneisuuteen. Opettajien kokemuksissa nousi esiin, kuinka he tukeutuivat oppikirjaan oman osaamisensa puutteiden vuoksi tai aikapainetta ja kiireen kokemusta helpottaakseen. Näin opettajat kuvasivat välillä toimivansa, vaikka oppimateriaali ei olisi ollut täysin tarkoituksenmukainen. Tulokset osoittivat, että opettajat käyttivät oppikirjaa myös perusteena tiedelukutaidon opetusta koskeville valinnoilleen, esimerkiksi internetlähteiden vähäiselle käytölle. Toisaalta internetin vähäinen käyttö saattoi liittyä siihen, että opettajat kokivat internetin haastavaksi tieto- ja oppimisympäristöksi. Tutkimuksen tulokset viittasivat siihen, että opettajat tarvitsevat tukea niin oman osaamisensa päivittämiseen kuin materiaalien ja oppimisympäristöjen kehittämiseen.

6.2 Tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa opettajien tukena: Opettajien positioituminen tiedelukutaitoprojektissa (osatutkimus II)

II osatutkimuksen (Vidbäck ym., 2025) tavoitteena oli tutkia opettajien positioitumista tiedelukutaitoprojektissa sekä tarjoumien ja toimijuuden merkitystä position rakentumisessa. Tutkimus osoitti, että opettajien kerronnassa havainnot tarjoumista kehkeytyivät opettajien, oppilaiden ja pedagogiseen lähestymistapaan sisältyvien materiaalien ja digitaalisen oppimisympäristön vuorovaikutuksessa. Tarjoumien havaitsemisen yhteydessä nousi esiin opettajan yksilöllinen orientaatio. Opettajat toivat kerronnassaan esiin orientaatioitaan samalla, kun he ilmaisivat havaintoja lähestymistavan tarjoumista. Orientaatio näytti toimivan ikään kuin linsseinä, joiden läpi opettaja pedagogista lähestymistapaa havainnoi. Opettajien orientaatiota tunnistettiin tutkimusaineistosta kaksi ja ne nimettiin joustavuuden ja pysyvyyden orientaatioiksi. Orientaatio näyttäytyi merkityksellisenä erityisesti silloin, kun samankaltainen vuorovaikutustilanne luokahuoneympäristössä johti eri opettajilla erilaisiin havaintoihin tarjoumista.

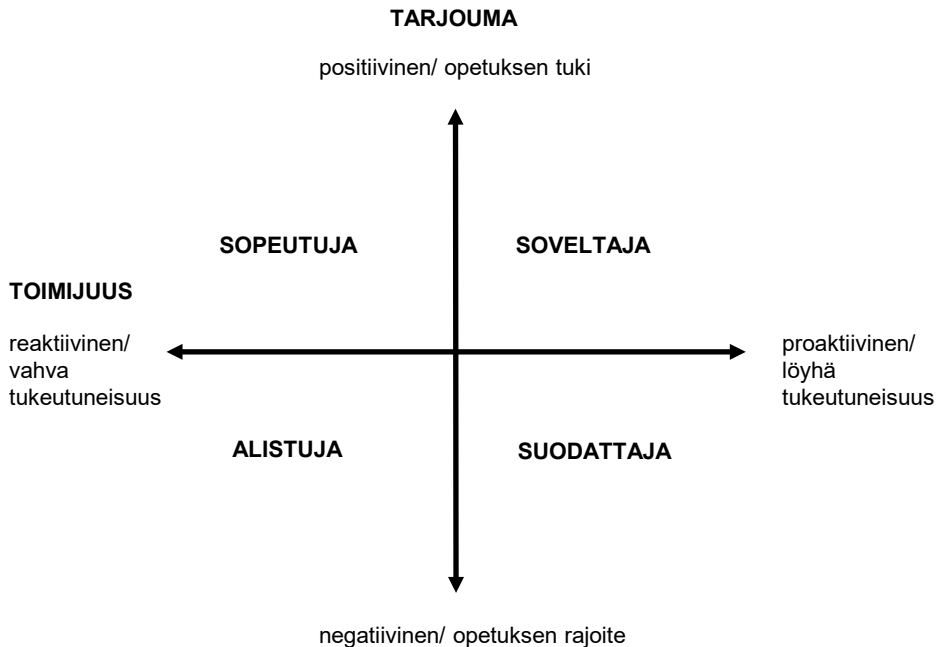
Joustavaa orientaatiota edustava opettaja positioi kerronnassaan itsensä muutokselle ja kehittämiselle avoimeksi sekä ymmärryksen rakentajaksi ja oppijaksi. Joustavuutta edustava opettaja kuvasi oppimisen epälineaariseksi prosessiksi, jossa myös epävarmuus ja erehdykset voi olla läsnä. Epävarmuus tai epätietoisuus voi suunnata opettajaa oppimaan eli toimia ikään kuin muutosvoimana. Joustavasti orientoituneen opettajan kerronnassa havainnot tarjoustusta kehkeytyivät tyypillisesti positiiviseksi kytkeytyen ennen kaikkea siihen, mitä uusi pedagoginen lähestymistapa hänelle antoi.

Pysyvyyden orientaatiota edustava opettaja positioi kerronnassaan itsensä ennen kaikkea totuttujen käytänteiden ylläpitäjäksi. Pysyvyyttä edustava opettaja kuvasi odottavansa uusien pedagogisten ratkaisujen solahtamisesta sellaisenaan omaan opetukseensa. Näin opettaja sai vahvistusta ja tukea omille opetuskäytännöilleen. Epävarmuus tai epätietoisuus ei luonut pysyvyyteen orientoituneelle opettajalle tarvetta perehtyä ja oppia. Pysyvyyteen orientoituneen opettajan havainnot pedagogisen lähestymistavan tarjoustusta kehkeytyivät pääsääntöisesti negatiivisiksi, sillä hän näytti havainnoivan tarjoumia ennen kaikkea siitä näkökulmasta, miten ne rajoittivat opetusta tai mitä ne veivät opettajalta.

Opettajien havaitsemat tarjoumat näyttäisivät tutkimuksen tulosten valossa suuntaavan opettajien toimijuutta suhteessa pedagogiseen lähestymistapaan. Tällöin positiivisen tarjouman havaitsija ilmaisi toimijuuttaan hyödyntäen lähestymistapaa joko sellaisenaan tai sitä sopivasti soveltaen. Negatiivisen tarjouman havaitsija puolestaan rajasi lähestymistapaa. Havaittujen tarjoumien toimijuutta suuntava vaikutus ei kuitenkaan ollut aina näin johdonmukaista. Negatiivisen tarjouman havaitsija saattoi hyödyntää pedagogista lähestymistapaa myös noudattaen sitä lähes kirjaimellisesti.

Tutkimuksen tulokset viittasivat siihen, että tukeutuneisuus pedagogiseen lähestymistapaan oli tarjoumista tehtyjen havaintojen ohella merkityksellinen toimijuutta suuntaava tekijä. Tukeutuneisuuteen näyttivät kytkeytyvän opettajan käsitys omista oikeuksistaan ja velvollisuuksistaan tässä tiedelukutaitoprojektin kontekstissa. Tutkimuksessa tunnistettiin opettajien ilmentävän kerronnassaan sekä vahvaa että löyhää tukeutumista pedagogiseen lähestymistapaan. Vahva tukeutuneisuus ilmeni reaktiivisena toimijuutena, jolloin opettajat ilmaisivat kokevansa joko oikeudekseen tai velvollisuudekseen tukeutua pedagogiseen lähestymistapaan. Löyhä tukeutuneisuus ilmeni puolestaan proaktiivisena toimijuutena, jolloin opettaja koki oikeudekseen tai velvollisuudekseen tehdä muutoksia pedagogiseen lähestymistapaan.

Opettajien havaitsemien tarjoumien ja opettajien toimijuuden välisen suhteen tarkastelun avulla tunnistettiin neljä positiota. Nämä jäsennettiin Kuvion 4. nelikentäksi (Vidbäck ym., 2025), jossa pystyakseli kuvaa opettajan havainnon tarjoumasta ja vaaka-akseli toimijuuden suunnan.



Kuvio 4. Opettajien positiot suhteessa tiedelukutaidon pedagogiseen lähestymistapaan (Vidbäck ym., 2025).

Nelikentän vaaka-akselin yläpuolelle sijoittuvissa sopeutujan ja soveltajan positioissa tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa tarjoutui opettajille opetuksen tukena. Vaaka-akselin alapuolelle sijoittuvissa alistujan ja soveltajan positioissa lähestymistapa tarjoutui puolestaan opetuksen rajoitteena. Pystyakseli jakaa opettajat toimijuuden suhteen pedagogiseen lähestymistapaan vahvasti tukeutuviin reaktiivisiin toimijoihin ja löyhästi tukeutuneisiin proaktiivisiin toimijoihin. Näin sopeutujat ja alistujat positioituvat reaktiivisiksi, soveltajat ja suodattajat puolestaan proaktiivisiksi.

Sopeutujan positiossa pedagoginen lähestymistapa tarjoutui opettajalle opetuksen ja esimerkiksi oman epävarmuuden tukena, joten opettajan toimijuuden harjoittaminen oli vapaaehtoisesti reaktiivista. Soveltajan positiossa opettaja puolestaan havaitsi tarjoumat positiivisina, mutta koki oikeudekseen tai velvollisuudekseen kehittää niitä edelleen. Alistujan positiossa opettaja noudatti pedagogista lähestymistapaa velvollisuudentunnosta reaktiivisesti, vaikka sen tarjouma oli hänelle negatiivinen. Suodattajan positiossa opettaja puolestaan koki velvollisuudekseen rajata pedagogisen lähestymistavan tarjoumia, koska hän havaitsi ne negatiivisina. Huomionarvoista on, että sama opettaja saattoi tilanteesta riippuen sijoittua eri positioon. Opettajien kerronnassa oli myös tunnistettavissa runsaasti sävyeroja. Esimerkiksi toimijuuden harjoittamisessa opettajat kuvasivat niin vahvaa kuin lievää reaktiivisuutta tai proaktiivisuutta. Näin ollen opettajat positioituivat sekä pysty- että vaakajakumoilla eri kohtiin.

6.3 Tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa oppilaiden tukena: Oppilaiden oppiminen tiedelukutaitoprojektissa (osatutkimus III)

III osatutkimuksessa (Vidbäck ym., arvioitavana) tutkittiin sitä, miten oppilaiden käsitykset eläinten sopeutumisesta sekä intertekstuaaliset integrointitaidot kehittyivät tiedelukutaitoprojektin aikana. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että sekä käsitykset että taidot kehittyivät. Kehittyminen ilmeni siten, että oppilaat saavuttivat loppumittauksessa tilastollisesti merkitsevästi korkeammat pisteet kuin alkumittauksessa sekä käsitteen määrittelytehtävästä että yhteenvetokirjoitustehtävästä. Oppilaiden vastausten pistemäärät jäivät kuitenkin melko mataliksi niin alku- kuin loppumittauksessa. On myös huomioitava, että intertekstuaaliset integrointitaidot eivät kehittyneet kaikilla osa-alueilla. Oppilaat suoriutuivat loppumittauksessa alkumittaukseen tilastollisesti merkitsevästi paremmin pääkohtien esittämisessä. Sen sijaan pääkohtien linkittämisessä toisiinsa ei tapahtunut vastaavaa kehitystä. Käsitysten kehittymisen ja intertekstuaalisten integrointitaitojen kehittymisen keskinäisen korrelaation tarkastelussa todettiin vain heikko korrelaatio. Tämä tarkoittaa sitä, että käsityksiä kuvaavan SOLO-tason kasvu ei välttämättä merkinnyt kasvua intertekstuaalisten tekstitaitojen pistemäärissä tai toisinpäin. Kuvailevat tilastot oppilaiden pistemääristä käsitteenmäärittely- ja yhteenvetotehtävissä sekä alku- ja loppumittausvertailu esitetään Taulukossa 6. (Vidbäck ym., arvioitavana).

Taulukko 6. Kuvailevat tilastot oppilaiden pistemääristä käsitteen määrittely- ja yhteenvetotehtävissä sekä alku-loppumittausvertailu (Vidbäck ym., arvioitavana).

Pisteytetty ulottuvuus	Keskiarvo (sd)		Alku-loppu Wald χ^2 -testi
	Alkumittaus (N=245)	Loppumittaus (N=245)	
Käsitys: Solo-taso	.97 (.87)	1.39 (.82)	(muutos = 0.43, $\chi^2(1) = 24.46, p < .001, d = 0.28$)
Intertekstuaalinen integraatio: pääkohdat	3.87 (2.33)	4.54 (2.10)	(muutos = 0.67, $\chi^2(1) = 26.23, p < .001, d = 0.29$)
Pääkohtien linkittäminen	.94 (1.52)	.87 (1.40)	(muutos = -0.07, $\chi^2(1) = 0.25, p = .614, d = 0.04$)
Koko tehtävä	4.80 (3.56)	5.42 (3.18)	(muutos = 0.62 p, $\chi^2(1) = 11.61, p = .001, d = 0.17$)

Oppilaiden kehittämisessä oli tutkimuksen tulosten mukaan yksilöllisiä eroja niin käsitysten kuin intertekstuaalisten taitojen kehittämisessä. Taulukossa 7. (Vidbäck ym., arvioitavana) esitetään esimerkkejä oppilaiden vastauksista, jotka kuvaavat yksittäisten oppilaiden alku- loppumittauksien välisiä kehityskulkuja.

Taulukko 7. Esimerkkejä oppilaiden vastauksista, alku-loppumittausvertailu (Vidbäck ym., arvioitavana).

	Alkumittausvastaus (pisteet)	Loppumittausvastaus (pisteet)
Käsitteen määrittely	AK23S0137: <i>"Että eläimet sopeutuvat."</i> (0)	AK23S0137: <i>"Niin että eläinten täytyy sopeutua kylmään tai lämpimään ilmastoon."</i> (2)
Intertekstuaalinen integrointi	AK23S0083: <i>"Auringon lämpö jakautuu epätasaisesti. Kylmä ilma on raskaampaa kuin lämmen ilma. Näin syntyvät ilmapaine erot, jotka yrittää tasaantua ja näin syntyy tuulta."</i> (5,2,7)	AK23S0083: <i>"Kun aurinko lämmittää maapallon pintaa lämpöenergia saa veden haihtumaan ja muuttamaan veden höyryksi. Vesihöyry kohoaa lämpimän ilman mukana korkealle ja, koska korkealla on kylmempi, lämmin ilma jäähtyy kohotessaan. Lämpötilanmuutoksen takia vesihöyry tiivistyy pieniksi pisaroiksi. Ilmavirtaukset nostavat pisaroita ylöspäin, kunnes pisarat ovat kasvaneet niin paljon, että ne alkavat pudota painovoiman vaikutuksesta. Näin muodostuu sadetta."</i> (9,4,13)

Käsitteen määrittelytehtävässä oppilas tunnuksella AK23S0137 on siirtynyt esirakenteiselta SOLO-tasolta monirakenteiselle tasolle. Tämä käy ilmi siitä, että alkumittausvastauksessa oppilas lähinnä toistaa tehtävänantoa, kun taas loppumittausvastauksessa hän onnistuu luettelemaan eläinten sopeutumista erilaisiin ilmastoihin. Yhteenvetokirjoitustehtävässä oppilas tunnuksella AK23S0083 on saavuttanut loppumittausvastauksessaan alkumittauksista paremman tuloksen intertekstuaalisen integrointitaidon osalta. Loppumittausvastauksessa oppilas tuo eri tekstien pääideat esiin alkumittausvastausta kattavammin. Loppumittausvastaus on myös alkumittausvastausta johdonmukaisempi, sillä se sisältää enemmän pääideoiden välisiä linkkejä, kuten sidosanoja.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Väitöstutkimuksen tavoitteena oli vastata kysymykseen: Miten pedagoginen lähestymistapa tukee tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen kehittämistä luokkahuoneympäristössä? Vaikka tiedelukutaidon osaamisen tarve korostuu nykypäivän kompleksisessa tietoympäristössä ja globaalien ongelmien äärellä, sekä tämä tutkimus että aiemmat tutkimukset osoittavat haasteita tiedelukutaidon opettamisessa ja oppimisessa (esim. Osborne & Pimentel, 2023). Väitöstutkimus vastasi tähän tarpeeseen kehittämällä ja tutkimalla pedagogista lähestymistapaa opetuksen ja oppimisen tukena. Tulokset osoittavat, että lähestymistapa voi parhaimmillaan tukea tiedelukutaidon opetusta ja oppimista monimutkaisessa luokkahuonevuorovaikutuksessa. Tämä tukee aiempaa tutkimusta siitä, että holistinen lähestymistapa soveltuu erityisesti kompleksiseen oppimiseen (esim. Van Merriënboer & Kester, 2008). Väitöstutkimuksen tulokset tuottavat teoreettisia, metodologisia ja pedagogisia kontribuutioita, joita tarkastellaan seuraavissa alaluvuissa.

7.1 Teoreettinen ja metodologinen kontribuutio

Väitöstutkimus tarjoaa aiempaa tutkimusta rikastavat teoreettiset jäsennykset 1) tiedelukutaidon opetuksen haasteista (I osatutkimus) ja 2) opettajien positioitumisesta kokeilemaansa pedagogiseen lähestymistapaan (II osatutkimus). Lisäksi keskeisenä teoreettisena kontribuutiona on ekologisen viitekehyksen soveltaminen koko tutkimusprosessissa ja siten tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan kehittämisessä.

Tiedelukutaidon opetuksen haasteet ovat moninaisia ja liittyvät niin oppilaiden osaamiseen kuin pedagogisiin resursseihin. Kuten aiemmassa tutkimuksessa, myös tässä tutkimuksessa oppilaiden osaamisen haasteina nousivat esiin tieteeseen ja lukuprosessiin sitoutumisen sekä tieteestä innostumisen puute (Toma, 2022), niukka sanavarasto ja käsitteiden ymmärtämisen vaikeudet (Britt ym., 2014; Brown ym., 2020; Cromley ym., 2010; Taber, 2017a) sekä tekstien ymmärtämisen ja integroinnin pulmat (esim. Mateos & Solé, 2009). Pedagogisiin resursseihin liittyvinä haasteina ilmenivät opettajien oman osaamisen riittämättömyys (esim. Aarnio-Linnavuori, 2016; Elhai, 2023), oppimateriaalien puutteet (esim. Bellová ym., 2018; Chavan, 2016) sekä internetin haastavuus tieto- ja oppimisympäristönä. Keskeistä on,

että haasteet eivät ole toisistaan irrallisia, vaan kytkeytyvät toisiinsa. Esimerkiksi oppilaan heikko asenne voi heikentää lukemiseen sitoutumista ja tekstin ymmärtämistä. Myös pedagogiset tekijät voivat muodostaa tällaisia ketjuja. Esimerkiksi opettajan vahva sitoutuminen oppikirjaan, joka ei ohjaa monilähteisyyden äärelle, voi rajoittaa oppimisen mahdollisuuksia. Oppilaille ei tällöin tarjoudu riittävästi tilaisuuksia monilähteen lukemisen harjoitteluun. Viitteitä haasteiden systeemisyydestä on saatu myös joissakin aiemmissa tutkimuksissa (esim. Roskos ym., 2017). Tällainen kytkeytyneisyys on myös keskeinen lähtökohta holistiselle pedagogiselle lähestymistavalle (Stoddart ym., 2002).

II osatutkimuksen opettajapositiot tekevät näkyväksi sen, miten pedagoginen lähestymistapa tukee opetusta luokkahuoneympäristössä. Opettajan havainnot tarjoumista ja toimijuus niiden hyödyntämisessä heijastuvat lähestymistavan välittämiseen oppilaille (myös Pozzi ym., 2014). Opettajat soveltavat ja suodattavat lähestymistapaa ja toisaalta hyödyntävät sitä lähes kirjaimellisesti. Tulos on linjassa aiempien tutkimusten kanssa, joissa on todettu, että opettajien havainnoissa ja toimijuuden harjoittamisessa on runsaasti vaihtelua (esim. Khosronejad ym., 2023; Pozzi ym., 2014; Ruohotie-Lyhty & Moate, 2015; Wu & Puntambekar, 2012). Vaihtelu näyttää olevan yhteydessä opettaja-oppilas-vuorovaikutukseen sekä opettajan yksilöllisiin orientaatioihin (myös esim. Han, 2019; Vähäsantanen & Eteläpelto, 2009). Vuorovaikutuksen ja yksilöllisten orientaatioiden merkitystä pedagogisen lähestymistavan tuessa voidaan ymmärtää ekologisen viitekehyksen avulla (esim. Gibson, 1977, 1979; Priestley ym., 2015).

Ekologinen viitekehys (esim. Gibson, 1977, 1979; Priestley ym., 2015) tarjoaa hedelmällisen tulokulman opetuksen ja oppimisen kehittämisen tarkasteluun dynaamisena prosessina. Pedagogisen lähestymistavan tuki opetukselle ja oppimiselle rakentuu aina opettajien, oppilaiden ja ympäristön välisessä vuorovaikutuksessa (Priestley ym., 2015). Tämä tarkoittaa sitä, että yhdenkään pedagogisen lähestymistavan arvo ei ole yksinomaan sen ominaisuuksissa. Mikään lähestymistapa ei myöskään takaa tietynlaista opetusta tai oppimista. Siten myös tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan opetusta ja oppimista tukeva potentiaali on yhteydessä niihin yksilöihin, jotka sitä käyttävät, sekä siihen monimutkaiseen luokkahuonevuorovaikutukseen, jossa sitä käytetään.

Väitöstutkimuksen keskeinen metodologinen kontribuutio liittyy II osatutkimuksessa sovellettuun positiointianalyysiin. Positiointianalyysia on sovellettu eri tutkimusaloilla (McVee ym., 2021), mutta melko vähäisesti tutkimuksessa, joka tarkastelee opettajien suhdetta uudistuksiin. Lisäksi nämä aiemmat tutkimukset ovat keskittyneet lähinnä laajojen reformien, kuten opetussuunnitelmauudistusten, kontekstiin (esim. Kukkonen, 2011; Leander & Osborne, 2008). Yksittäisten pedagogisten ratkaisujen kokeilussa opettajien positioitumista on tutkittu hyvin niukasti, tiettävästi vain mentoroinnin kontekstissa (Ketelaar ym., 2012).

Positiointianalyysissa tarkasteltiin tarjoumia ja toimijuutta opettajan position rakentumisessa suhteessa pedagogiseen lähestymistapaan. Tarjoumien merkitystä position rakentumisessa ei aiemmissa tutkimuksissa ole tiettävästi tarkasteltu. Gibsonin (1977, 1979) tarjoutateorian hyödyntäminen positiointianalyysissa on siten uudenlainen sovellus positiointianalyysista. Tutkimus osoitti, että yhdistämällä positiointianalyysiin tarjoumien havaitsemisen ja toimijuuden näkökulmat voidaan tavoittaa syvällistä ymmärrystä opettajien position rakentumisesta. Tarjouman käsitteen avulla voidaan tulkita, miten pedagogisessa lähestymistavassa havaitut tarjoumat suuntaavat positiota. Tämä positiointianalyysin sovellus tarjoaa myös muille tutkijoille uuden lähestymistavan positiointianalyysin soveltamiseen omassa tutkimuksessaan.

7.2 Pedagoginen kontribuutio

Tutkimuksen pedagoginen kontribuutio rakentuu kolmen toisiinsa kietoutuvan näkökulman varaan: 1) oppilaiden käsitykset ja taidot sekä niiden kehittäminen, 2) hollistisen pedagogisen lähestymistavan potentiaali tiedelukupaidon opetuksen ja oppimisen tukena sekä 3) opettajan rooli tarjoumien havaitisijana ja oppilaiden havaintojen ohjaajana.

Oppilaiden käsitykset ja taidot sekä niiden kehittäminen

Väitöstutkimuksen analyysit (osatutkimus I ja III) paljastavat oppilaiden käsitysten ja taitojen puutteet. Ne syventävät ja laajentavat 5.–6.-luokkalaisten eläinten sopeutumista koskevien käsitysten ja tekstien integrointitaitojen tutkimusta, mikä on kotimaisessa kontekstissa vähäistä (kuitenkin esim. Kiili ym., 2020; Kullberg ym., 2023). Tutkimuksen tulokset osoittavat, että oppilaiden haasteet käsitysten rakentamisessa ja eri tekstilähteiden integroinnissa ovat samankaltaisia. Keskeinen ongelma on, että tieto jää usein erillisiksi paloiksi sen sijaan, että tiedon palaset yhdistyisivät koherenteiksi käsiterakenteiksi tai ilmiöiden selityksiksi. Oppilaat esittävät tyypillisesti yksittäisiä faktoja tai faktalistoja sen sijaan, että he keskittyisivät faktatietojen välisiin suhteisiin, kuten syy-seuraussuhteisiin tai vertailuun. Tämä on linjassa aiempien oppilaiden käsityksiä (esim. Brown ym., 2020; Gregory, 2009; Shtulman ym., 2016) ja tekstien integrointitaitoja koskevien tutkimusten kanssa (Mateos & Solé, 2009). Edellä kuvatut haasteet korostavat tarvetta painottaa tiedonpalasten yhteyksien rakentamista tiedelukupaidon opetuksessa (myös Van Merriënboer ym. 2003; Van Merriënboer & Kester, 2008).

Käsitysten rakentumisen tukena hyödyllisiä voisivat olla esimerkiksi käsitekartat (Anastasiou ym., 2024; Cakir, 2022) sekä syy-seuraussuhteita korostavat tekstit tai käsitteiden vertailuun ohjaavat tehtävät (Emmons ym., 2018; Kelemen ym., 2014;

Lazaroff & Vlach, 2025). Tekstien integrointitaitojen tukena voitaisiin käyttää esimerkiksi kahden tai useamman tekstin rinnakkaista tarkastelua ja ohjata oppilaita kiinnittämään huomiota tekstien eroihin ja yhtäläisyyksiin. Oleellista sekä käsitysten että tekstin integrointitaitojen kehittämisessä on, että harjoittelu on systemaattista ja pitkäjänteistä. Esimerkiksi tieteellisen käsitteen ymmärtäminen voi vaatia jopa vuosien opiskelua (esim. Sinatra & Pintrich, 2003; Vosniadou, 2007). Tekstin integrointitaitojen kehittymisen kannalta on tärkeää, että opetuksessa laajennutaan yhden oppikirjatekstin ääreltä monilähteiseen tietoympäristöön (myös Matveinen ym., 2021). Yksi tapa edistää harjoittelun realisoitumista käytännössä on sisällyttää se olemassa oleviin oppimateriaaleihin. Näin myös vahvasti oppikirjasitoutuneet opettajat voivat tukea oppilaiden taitojen harjoittelua ilman, että heidän tarvitsee kokonaan muuttaa vakiintuneita opetuskäytänteitään. Riittävän harjoittelumäärän saavuttamiseksi olisi hyödyllistä integroida harjoittelu kaikkiin oppiaineisiin (myös Graham ym., 2012; Patterson ym., 2018). Holistinen lähestymistapa tarjoaa yhden mahdollisen tavan kytkeä harjoittelu luontevaksi osaksi eri oppiaineita. Holistisen lähestymistavan potentiaalia opetuksen ja oppimisen tukena tarkastellaan tarkemmin seuraavassa alaluvussa.

Holistisen pedagogisen lähestymistavan potentiaali tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen tukena

Väitöstutkimuksen tulokset osoittavat holistisen pedagogisen lähestymistavan potentiaalinen tiedelukutaidon opetuksen ja oppimisen tukena. Ekologiseen viitekehykseen (Gibson, 1977, 1979) tukeutuen on kuitenkin selvää, että lähestymistavan tuki ei ole suoraviivaista seurausta lähestymistavan ominaisuuksista. Tutkimus tekee näkyväksi sen, että opetus ja oppiminen kehittyvät luokkahuoneympäristössä, jossa niin yksilöllisillä orientaatioilla kuin opettaja-oppilas-vuorovaikutuksella on oma merkityksensä (myös Hammond, 2010; Kyttä, 2003; Priestley ym., 2015). Tämä ilmenee siinä, että pedagoginen lähestymistapa ei tue kaikkia opettajia ja oppilaita samalla tavalla. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että lähestymistapa tukee tiedelukutaidon opetusta ja oppimista tietyin edellytyksin.

Opetuksen tuen edellytyksenä on, että lähestymistapaa käyttävän opettajan orientaatio on joustava. Joustavassa orientaatioissa yhdistyvät avoimuus muutokselle, oppimismyönteisyys sekä valmius havaita ja hyödyntää uusia oppimisen mahdollisuuksia. Sen sijaan lähestymistapa ei sellaisenaan tue pysyvyyteen orientoituneita opettajia, sillä se ei ole sovellettavissa niin sanottuihin perinteisiin opetuskäytänteisiin. Lähestymistavassa eivät toteudu esimerkiksi oppikirjassa pitäytyminen ja lineaarinen tehtävien suorittaminen, vaan siinä laajennutaan monilähteiseen ympäristöön prosessityöskentelyä hyödyntäen. Tästä syystä rutiineista ja muista totutuista käytänteistä kiinnipitäville opettajille pedagoginen lähestymistapa voi tarjoutua ope-

tusta rajoittavana. Kuten Hennessy ja kumppanit (2015) ovat todenneet, vanhoista käytänteistä kiinni pitäminen saattaa rajoittaa uusien mahdollisuuksien näkemistä ja vaihtoehtojen kokeilua. Rutinoituminen ei ole kuitenkaan välttämätöntä, vaan opettajat voivat myös muokata aiempia toimintamallejaan (Priestley ym., 2015). Opettaja on tärkeää rohkaista reflektoimaan syvällekin juurtuneita orientaatioitaan. Näin on mahdollista tukea opettajaa havaitsemaan omia kehittämiskohteitaan ja tarvittaessa vahvistamaan ammatillista kehittymistään.

Oppimisen tuen vaihtelevuutta oppilaasta toiseen voidaan selittää ekologiseen viitekehykseen (Gibson, 1977, 1979) tukeutuen. On todennäköistä, että kuten opettajat, myös oppilaat havaitsivat ja hyödynsivät pedagogisen lähestymistavan tarjoumia eri tavoin. Merkityksellisiä tarjoumien havainnoinnissa ja hyödyntämisessä ovat voineet olla opettajan tapa välittää lähestymistapaa (esim. Shah & Campus, 2021) sekä oppilaiden yksilölliset orientaatiot ja resurssit (Van Lier, 2003). Tästä syystä se, mikä lähestymistavassa on tarjonnut yhdelle oppilaalle mahdollisuuden, esimerkiksi eri tekstilähteiden integroinnin harjoitteluun, ei välttämättä ole tarjonnut samaa toiminnan mahdollisuutta toiselle oppilaalle. Tämä on voinut johtaa yksilöllisiin eroihin kehityksessä (myös Greenleaf & Valencia, 2016). Yksilöllisten erojen kaventamiseksi oppilaan havaintoja tarjoumista ja niiden hyödyntämistä on tärkeää ohjata.

Opettajan rooli tarjoumien havaitsijana ja oppilaiden havaintojen ohjaajana

Opettajan rooli pedagogisten lähestymistapojen tarjoumien havaitsijana ja oppilaiden havaintojen ohjaajana on luokkahuoneympäristössä keskeinen (myös Stewart, 2015; Webb, 2005; Wu & Puntambekar, 2012). Väitöstutkimuksen tulokset osoittavat, että opettajien havainnot lähestymistavan tarjoumista sekä päätökset esimerkiksi rajata tai soveltaa näitä tarjoumia kietoutuvat monesti opettaja-oppilas-vuorovaikutukseen (myös Thoms, 2014). Esimerkiksi oppilaiden ilmaisemat negatiiviset asenteet näyttävät suuntaavan opettajien havaintoja ja päätöksiä.

Opettajan on tärkeää kuulla ja huomioida oppilaiden kokemuksia, mutta samalla säilyttää pedagoginen näkökulma. On hyvä muistaa, että negatiiviset asenteet ovat oppimistilanteissa tavallisia (esim. D'Mello & Graesser, 2010). Esimerkiksi negatiivinen suhtautuminen tiedelukutaidon pedagogisessa lähestymistavassa harjoiteltuun prosessikirjoittamiseen voi johtua siitä, että oppilaat kirjoittavat mielellään lineaarisesti (Chapman, 2006). Opettajan tärkeänä tehtävänä on sietää oppilaiden negatiivisiäkin asenteita, mutta myös ohjata oppilaita tulkitsemaan oppimistilanteita uudelleen (myös Webb, 2005; Wun & Puntambekar, 2012). Tilannekeskeisessä uudelleen tulkinnassa korostuu kasvun ajattelutapa. Siinä oppilaita ohjataan ajattelemaan, että tiedot ja taidot voivat kehittyä ponnistelun seurauksena. Ponnistelu voi välillä aiheuttaa epämiellyttäviäkin tunteita, kuten ahdistusta tai jännittämistä, mutta ne nähdään

voimavarana. Ahdistus tai jännittäminen tulkitaan tällöin aktivaatiotilaksi, jossa keho valmistautuu keskittymään ja tekemään parhaansa. (Ford ym., 2019.) Tämä uudelleen tulkinta voi edistää myönteisten oppimistulosten saavuttamista (esim. Jamieson ym., 2010).

Suri ja kumppanit (2018) ovat kehittäneet uudelleen tulkitun tarjouman käsitteen kuvaamaan tarjouman tulkinnan muutosta. Uudelleen tulkittu tarjouma viittaa kaikkiin tarjouman uudelleentulkintoihin, jotka ovat mahdollisia tietyssä tilanteessa. Kun oppilas havaitsee tarjouman esimerkiksi itselleen hyödyttömänä, opettaja voi auttaa oppilaita tulkitsemaan tarjoumaa uudelleen esittämällä vaihtoehtoisia tulkintoja tai ohjaavia kysymyksiä. Näin oppilaat saavat mahdollisuuden havaita tarjouma uudella tavalla. (Suri ym., 2018.) Väitöstutkimus osoittaa, että osa opettajista hyödynsi uudelleen tulkintaan ohjaamista tiedelukutaidon pedagogista lähestymistapaa kokeillessaan. Opettaja–oppilasvuorovaikutus saattoi tällöin parhaimmillaan tuottaa mahdollisuuden oppimiseen sellaisessa tilanteessa, joka ei lähtökohtaisesti ollut oppimiselle suotuisa. On kuitenkin tärkeää ottaa huomioon, että tarjoumien uudelleentulkinta ei ole kaikissa tilanteissa tarkoituksenmukaisin toimintatapa. Jos tarjouma on oppilaan taitotasoa vaativampi, on tarkoituksenmukaisempaa, että opettaja soveltaa pedagogista lähestymistapaa oppilaan taitotasoa vastaavaksi. (Wu ja Puntambekar, 2012.)

Opettajankoulutuksessa on tärkeää varmistaa, että tulevat opettajat saavat riittävät valmiudet sekä havainnoida ja hyödyntää erilaisten pedagogisten lähestymistapojen tarjoumia (myös Haines, 2015) että ohjata oppilaiden havaintoja. Myös täydennyskoulutuksissa opettajia voidaan tukea edelleen kehittämään näitä valmiuksia (myös Haines, 2015). Lisäksi on tärkeää tukea opettajien toimijuutta niin, että he eivät ainoastaan reagoi tarjoumiin, vaan hyödyntävät asiantuntemustaan niiden tarkoituksenmukaisessa soveltamisessa.

7.3 Tutkimuksen luotettavuuden pohdintaa

Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelussa sovelletaan Kiviniemen (2018) kehittämistutkimuksen ominaispiirteet huomioivaa tarkastelutapaa. Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan näin ollen seuraavista kolmesta näkökulmasta: 1) prosessivaliditeetti eli monivaiheisen tutkimus- ja kehittämisprosessin hallinta, 2) käytännöllinen validiteetti eli opetuksen käytännön kehittäminen sekä 3) tutkimuksen yleistettävyys. Prosessivaliditeetilla viitataan kehittämistutkimusprosessin läpinäkyvyyden, johdonmukaisuuden ja reflektiivisyyden arviointiin. (Kiviniemi, 2018.) Käytännön validiteetin tarkastelussa keskitytään kehitettävän tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan relevanttiuteen, tarkoituksenmukaisuuteen ja käytännölliseen vaikuttavuuteen. Tutkimuksen yleistettävyys puolestaan liittyy siihen, miten hyvin tutki-

muksen tuloksia voidaan yleistää tutkimuskontekstin ulkopuolelle. (McKenney & Reeves, 2019.)

Prosessivaliditeetti

Opetuksellinen kehittämistutkimus on tyypillisesti pitkä prosessi, jossa on mukana lukuisia joukko eri tahoja ja asiantuntijoita (McKenney & Reeves, 2019). Tässä väitöstutkimuksessa tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan kehittäminen toteutettiin useiden kehittämissyklien avulla laajalla tutkimusryhmällä. Väitöskirjatutkija oli osa tutkimusryhmää, jonka jäsenet edustavat erilaisia asiantuntijuusalueita pedagogiikan asiantuntijoista teknisiin asiantuntijoihin. Kehittämisprosessissa tehtiin tiivistä yhteistyötä myös käytännön toimijoiden eli kentän opettajien ja oppilaiden kanssa. Väitöskirjatutkija oli mukana opettajien kanssa pidetyissä etäkeskustelu- ja koulutustilanteissa sekä vieraili paikan päällä kouluissa. Nämä monimuotoiset tapaamiset mahdollistivat kokemusten jakamisen sekä kehittämistarpeiden ja ratkaisujen yhteisen pohdinnan. Vaikka laaja tutkimusryhmä ja useat kokeilut toisaalta lisäsivät tutkimuksen prosessivaliditeettia, edellyttivät ne myös laadukasta prosessin hallintaa.

Kehittämistutkimusprosessin hallintaan liittyy oleellisesti prosessin systemaattinen dokumentointi ja reflektointi (Edelson, 2002). Hallittavuutta lisää myös kehittämisen ja arvioinnin kohdentaminen syklisesti. Sen sijaan liian laaja kehittäminen kerralla voi vaikeuttaa hallintaa ja heikentää näin esimerkiksi hyödyllisen arviointitiedon saamista. (Nieveen & Folmer, 2013; McKenzie & Reeves, 2014.) Prosessi dokumentoitiin täsmällisesti ja dokumentoinnin pohjalta laadittiin tähän väitöskirjaan tiivistetty prosessikuvaus (luku 5.2). Prosessin aikaisen dokumentoinnin avulla havaittiin ongelmakohtia ja tartuttiin niihin jo prosessin aikana (Edelson, 2002). Prosessin aikana havaittiin muun muassa ajankäyttöön liittyviä haasteita, sillä käsiteltävää opetussisältöä oli ensivaiheissa liikaa. Tämän johdosta sisältöjä rajattiin ja terävöitettiin seuraavissa vaiheissa. Prosessin hallittavuutta vahvistettiin myös kohdentamalla kehittäminen eri sykleissä eri tavoin (Nieveen & Folmer, 2013). Esimerkiksi kehittämisen alkuvaiheessa (prototyyppi) pyrittiin yleisesti ottaen relevanttiin ja johdonmukaiseen pedagogisten materiaalien kokonaisuuteen, kun taas myöhemmissä vaiheissa johdonmukaisuutta hienosäädettiin myös yksityiskohtien tasolla.

Tutkimusprosessin validiteettia tarkasteltaessa on oleellista arvioida myös tutkimusaineistojen laajuus. Opetuksellisessa kehittämistutkimuksessa oleellisinta ei niinkään ole aineiston koko, vaan se, kuinka hyvin aineisto vastaa tutkimuksen tavoitteita. Kehittämisen näkökulmasta pienenkin osallistujamäärän, jopa yhden osallistujan kokemus tai huomio nähdään merkityksellisenä. Kuten tässä väitöstutkimuksessa, kehittämistutkimuksessa on tyypillisesti tarkoituksena kerätä tietoa, jonka

avulla kehitettävää pedagogista lähestymistapaa voidaan parantaa. Tätä tavoitetta vasten aineiston laajuus voidaan katsoa riittäväksi. (Nieveen & Folmer, 2013.)

Tutkimusmenetelmien osalta tarkastelu kohdennetaan aineistonkeruu- ja analysointimenetelmiin. Tutkimuksessa sovellettiin pääasiassa laadullisia, mutta myös määrällisiä menetelmiä, joita on tapana arvioida hieman eri käsittein (Sormunen ym., 2013). Laadullisessa tutkimuksessa keskitytään tyypillisesti määrällistä tutkimusta suppeampiin, mutta sisällöllisesti rikkaisiin ja vahvasti kontekstisidonnaisiin aineistoihin sekä syvällisiin analyysihin. Näin ollen laadullisen tutkimuksen luotettavuusarvioinnissa korostuvat ennen kaikkea refleksiivisyyden ja läpinäkyvyyden arviointi (Levitt ym., 2018; Patton, 2015). Refleksiivisyydellä viitataan tutkijan tietoiseen itsearviointiin, jonka tavoitteena on omien ennakkokäsitysten tunnistaminen ja käsittely (Patton, 2015). Läpinäkyvyys puolestaan tarkoittaa valittujen menetelmien huolellista kuvausta (Levitt ym., 2018).

Tutkimusmenetelmien luotettavuutta pyrittiin vahvistamaan tutkijan omien käsitysten kriittisellä reflektoinnilla (Levitt ym., 2018; Patton, 2015). Tutkija oli kaiken aikaa tietoinen siitä, että osallistujien vastaukset ovat analyysin aikana vuorovaikutuksessa tutkijan omien ennakkokäsitysten kanssa (Anderson & Shattuck, 2012, Levitt ym., 2018). Samalla, kun tutkimuksessa pyrittiin mahdollisimman neutraaliin tulkintaan, otettiin kuitenkin huomioon, että tutkijan ennakkokäsitysten vaikutusta ei pystytä kokonaan välttämään (Anderson & Shattuck, 2012). Esimerkiksi osatutkimuksessa I on syytä ottaa huomioon, että tutkijan tiedelukutaidon opetukseen liittyvä tieto on voinut ohjata aineiston analyysia (Graneheim ym., 2017). Toisaalta tutkijan laaja tuntemus aihepiiristä ja oma kokemus haastateltavien kanssa vastaavissa työtehtävissä toimimisesta tarjosivat hyvän pohjan oikeansuuntaisille tulkinnoille.

III osatutkimuksessa yksittäisen tutkijan subjektiivisten tulkintojen vaikutusta pyrittiin vähentämään reflektoinnin lisäksi tutkijatriangulaation avulla (Patton, 2015). Analyysivaiheeseen osallistui väitöskirjatutkijan lisäksi kaksi muuta tutkijaa. Toinen näistä tutkijoista osallistui käsitteen määrittelytehtävän ja toinen yhteenveto-tehtävän analyysiin. Tutkijoiden itsenäisen analysoinnin ohella tutkijat kävivät keskustelua analyyseistaan konsensuksen saavuttamiseksi (Patton, 2015).

Tutkimuksen läpinäkyvyyden varmistamiseksi, tutkimuksen aineistonkeruu- ja analyysimenetelmien valinnat perusteltiin ja kuvattiin täsmällisesti jokaisessa osatutkimuksessa. Myös analyysimenetelmien rajoitukset otettiin huomioon. (Levitt ym., 2018.) Kaikissa osatutkimuksissa menetelmien valinta perustui tutkimuskysymyksiin. Esimerkiksi osatutkimuksessa I valittiin aineistonkeruumenetelmäksi haastattelu, koska se on yleinen tapa kerätä tietoa ihmisten kokemuksista (Brinkmann & Kvale, 2018; Krippendorf, 2019).

Aineistonkeruumenetelmien toimivuuden varmistamisessa hyödynnettiin esitestausta ja pilotointia (Muasya & Mulwa, 2023). I osatutkimuksessa haastattelukysymykset esitestattiin yhdellä opettajalla, joka ei osallistunut varsinaiseen haastatte-

luun. Osatutkimuksen II kyselyn kysymykset testattiin tutkimustiimin jäsenillä ennen varsinaista aineistonkeruuta. III osatutkimuksen alku- ja loppumittauksen tehtävät puolestaan pilotoitiin kahdella 6. luokalla, jotka eivät osallistuneet varsinaiseen tutkimukseen. Näin varmistettiin eri osatutkimusten kysymysten ja tehtävien ymmärrettävyys ja toimivuus. Samalla arvioitiin, että kysymyksiin vastaaminen tai tehtävien tekeminen ei vie kohtuuttomasti aikaa tai kuormita vastaajaa liiaksi.

Tutkimustuloksia raportoitaessa tutkimuksen läpinäkyvyyttä vahvistettiin erityisesti I ja II osatutkimuksessa aineistositaattien avulla (Graneheim ym., 2017). Näin tehtiin selkeä ero osallistujien äänen ja tutkijan tulkintojen välille. Sitaatit linkittivät tutkijan tulkinnat aineistoon ja mahdollistivat näin sekä osallistujien äänen kuulumisen että tutkimuksen läpinäkyvyyden. (Graneheim ym., 2017.)

Määrällisiä analysointimenetelmiä sovellettiin III osatutkimuksessa. Määrällisten menetelmien luotettavuutta arvioidaan tyypillisesti reliabiliteetin ja validiteetin käsitteiden avulla. Näitä arvioitaessa on kuitenkin syytä muistaa, että arviointia tehdään aina suhteessa oman tutkimuksen aineistoon. Reliabiliteetilla viitataan siihen, kuinka pysyviä tulokset ovat juuri tässä aineistossa. Validiteetilla viitataan puolestaan mittarin pätevyyteen mitata juuri sitä, mitä tutkimuksessa on tarkoituskin mitata. (Appelbaum ym., 2018.) III osatutkimuksessa reliabiliteetti varmistettiin vertailemalla eri tutkijoiden analyyseja Cohenin kappa-analyysin avulla. Cohenin kappa-analyysit osoittivat riittävän yhdenmukaisuuden kaikissa analyyseissa. (Landis & Koch, 1977.) Validiteettia pyrittiin vahvistamaan esimerkiksi oppilaiden intertekstuaalisten integrointitaitojen mittaamisessa siten, että mittarina käytettiin vastaavaa tehtävää kuin aiemmissa tutkimuksissa on tekstin integrointitaitojen mittaamisessa käytetty (esim. Wiley ym., 2018).

Käytännöllinen validiteetti

Kehittämistutkimuksen keskeisenä tavoitteena on tuottaa ratkaisuja käytännön ongelmiin (McKenney & Reeves, 2019). Näin ollen on oleellista pohtia, onko kehitettävä tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa relevantti käytännön tarpeiden näkökulmasta, toimiiko se tarkoituksenmukaisesti autenttisissa tilanteissa, johtaako se käytännössä hyödynnettäviin tuloksiin ja tuottaako se kestäviä vaikutuksia.

Tämä väitöstutkimus aloitettiin kartoittamalla I osatutkimuksessa käytännön toimijoiden eli opettajien kokemia tiedelukutaidon opetuksen haasteita. Näin syvennettiin tietoa aiemmassa tutkimuksessa esiin nousseista haasteista ja varmistettiin, että kehitettävä pedagoginen lähestymistapa on relevantti nimenomaan käytännön tarpeiden näkökulmasta (Nieveen & Folmer, 2013). Osatutkimuksessa I kartoitettuihin haasteisiin vastaamiseksi kehitettiin ensin tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan prototyyppi ja myöhemmässä vaiheessa useampi jatkokehitetty versio pedagogisesta lähestymistavasta (pilottiversio ja pääkokeilun versio). Jokaista versiota ko-

keiltiin autenttisissa olosuhteissa, sillä todellista käytännön validiteettia voidaan arvioida ainoastaan toteuttamalla kokeilu ja aineistonkeruu niissä olosuhteissa, joissa pedagogista lähestymistapaa aiotaan jatkossakin käyttää (Nieveen & Folmer, 2013). Tutkimuksen implementointi autenttisissa olosuhteissa voi myös lisätä tutkimuksen ekologista validiteettia eli toimivuutta jokapäiväisessä kouluelämässä tulevaisuudessa (Reed ym., 2013).

II ja III osatutkimuksessa raportoitiin kehittämistutkimusprosessin laajamittaisin opetuskokeilu (pääkokeilu). Kummassakin osatutkimuksessa todettiin, että parhaimmillaan tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa tarjoaa oppimisen mahdollisuuksia niin opettajalle kuin oppilaille. Koska oppilaiden tiedot ja taidot myös kehittyivät opetuskokeilun aikana, voidaan ajatella, että tiedelukutaidon pedagogisella lähestymistavalla on todellista vaikuttavuutta (Nieveen & Folmer, 2013). Toisaalta oppilaiden oppimisen siirtovaikutusta pitkällä aikavälillä ei tarkasteltu, joten oppimisen pysyvyydestä ei voida tehdä johtopäätöksiä. Ekologiseen viitekehykseen (Gibson, 1977, 1979) nojaten, on myös syytä huomioida, että tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan tuki opetukselle ja oppimiselle rakentuu opettajien, oppilaiden ja ympäristön välisessä vuorovaikutuksessa. Näin ollen suoraviivaisia johtopäätöksiä tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan vaikuttavuudesta ei ole syytä tehdä.

Yleistettävyys

Kuten Edelson (2006) on todennut, kehittämistutkimus pyrkii yleistettävyteen. Yleistettävyydellä ei opetuksellisen kehittämistutkimuksen kontekstissa tarkoiteta kuitenkaan tilastollista yleistämistä perusjoukkoon, kuten laajoissa kyselytutkimuksissa on tapana tehdä (Plomp, 2013). Kehittämistutkimuksen yleistettävyyttä arvioidessa keskitytään analyttiseen yleistettävyteen (Plomp, 2013) ja siirrettävyyteen. Tutkimustulokset yleistetään siis teoreettisella tasolla ja toisaalta arvioidaan tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan soveltuvuutta muihin konteksteihin.

Tässä väitöstutkimuksessa tuotettiin yleistettävää teoreettista tietoa. Osatutkimus I syvensi teoreettista ymmärrystä tiedelukutaidon opetuksen haasteista. Osatutkimus II tarjosi puolestaan viitteitä siitä, miten opettajat uuden pedagogisen lähestymistavan kokeilussa havaitsivat tarjoutuvia, ilmaisivat toimijuuttaan sekä näiden myötä positioituvat suhteessa pedagogiseen lähestymistapaan. Väitöstutkimuksen tulosten myötä on myös mahdollista tarkastella, millaista tukea opettaja uuden lähestymistavan kokeilussa tarvitsee. Molempien osatutkimusten tutkimustuloksia voidaan siten hyödyntää tiedelukutaidon opetuksen suunnittelussa ja kehittämisessä laajasti.

Tutkimuksen siirrettävyyden näkökulmasta on etuna, että tiedelukutaitoprojektiin osallistui useita erilaisia 5.–6.-luokkia. Luokissa olivat läsnä eri opettajat yksi-

öllisine taustatekijöineen sekä erilaiset oppilasmäärät ja oppilaiden moninaisuus. Luokat olivat osa erilaisia kouluja ja niitä ympäröiviä yhteisöjä. Näin ollen voidaan ajatella, että tiedelukutaidon pedagoginen lähestymistapa soveltuu käytettäväksi laajasti erilaisiin luokkiin. Tutkimustuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin syytä huomioida, että kaikki luokat olivat 5.–6.-luokkia, ja valikoituneet mukaan sekä yliopiston yhteistyökumppanuuden pohjalta että opettajille kohdennetun informoinnin ja sen myötä vapaaehtoisuuden perusteella. Tuloksia ei siten voida suoraan yleistää, esimerkiksi muille luokka-asteille (myös Plomp, 2013).

7.4 Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan jatkokehitys ja jatkotutkimusehdotukset

Väitöstutkimuksen tulokset tukevat tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan jatkokehittämistä. Osatutkimuksessa II tunnistettu kitka opettajan ja pedagogisen lähestymistavan sekä osatutkimuksessa III havaitut oppilaiden oppimisen haasteet tarjosivat mahdollisuuden havaita tärkeitä kehittämisen paikkoja. Tulosten perusteella tiedelukutaidon pedagogiseen lähestymistapaan olisi tärkeää sisällyttää vahvempaa tukea niin opettajalle kuin oppilaalle. Opettajaa olisi tarkoituksenmukaista tukea refleктоimaan omaa orientaatiotaan sekä sen merkitystä uuden pedagogisen lähestymistavan hyödyntämisessä. Tämä voidaan toteuttaa tarjouman käsitteen avulla. Käsite havainnollistaa sen, että oppimistehtävän toimintamahdollisuudet eivät määräydy pelkästään tehtävän ominaisuuksien perusteella. Yhtä lailla merkityksellistä on, miten opettaja on orientoitunut ja havaitsee tehtävän. Lisäksi opettajalle tulisi tarjota keinoja oppilaan havaintojen ohjaamiseen; yksi tällainen keino on uudelleen tulkinnan tukeminen. Jos oppilas onnistuu uudelleen tulkitsemaan tilanteen tai tehtävän, voi se heijastua myönteisesti hänen asenteisiinsa, kuten tehtävään sitoutumiseen, ja edelleen oppimiseen. Oppimisen tuki edellyttää huomion kohdentamista myös ilmiöiden ymmärtämisen edellytyksiin: käsiterakenteisiin ja tekstin integrointitaitoihin. Näin ollen opetukseen olisi perusteltua lisätä ohjausta vertailuun ja syy-seuraussuhteiden jäsentämiseen.

Väitöstutkimuksen pohjalta avautuu useita jatkotutkimussuuntia. Tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan kokeilu rajautui suomenkieliseen alakoulukontekstiin. FINSCI-tutkimushankkeen muiden tutkimusten mukaan tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan skaalaaminen eri koulutusasteille näyttää mahdolliselta ja tarpeelliselta (esim. Heikkilä ym., 2025; Kallio ym., 2025). Jatkossa tutkimusta olisi hyödyllistä laajentaa eri koulutusasteiden lisäksi muihin kielellisiin konteksteihin. Tämä tukisi tiedelukutaidon pedagogisen lähestymistavan siirrettävyyden arviointia.

Väitöstutkimuksessa todettiin, että alakouluikäisten monilähteen luku- ja kirjoitustaidon tutkimus on rajallista (Demir ym., 2024; Firetto, 2020; Primor & Katzir,

2018). Etenkin toisiaan täydentävien tekstien integrointitaitojen tutkimusta on edelleen niin niukasti, että ilmiötä on tärkeää tarkastella jatkotutkimuksessa sekä syvällisemmin että laajemmin. Syvällisempi tarkastelu voitaisiin kohdentaa, esimerkiksi Segev-Millerin (2007) tekstin integroinnin tasoja soveltaen siihen, miten oppilaat linkittävät eri tekstien palasia toisiinsa. Tutkimusta syventäisi myös oppilaiden taustatekijöiden huomiointi. Taustatekijöiden merkitystä tutkimalla voitaisiin ymmärtää paremmin oppilaiden yksilöllisiä eroja. Tutkimuksen laajentamisessa vertailevat tutkimusasetelmat voisivat olla hyödyllisiä. Tutkimuksessa olisi mielekästä vertailla eri koulutusasteiden, kuten ala- ja yläkoulujen, yhteenvetokirjoitusaineistoja sekä ulottaa tutkimus muihin oppiaineisiin ja analysoida vertailevasti oppilaiden taitoja, esimerkiksi luonnontieteellisten ja historian sisältötietojen integroinnissa.

Väitöstutkimuksen rajautuessa lähinnä luokahuoneympäristöön olisi jatkotutkimusta hyödyllistä kohdentaa myös laajemman kontekstin tarkasteluun. Analysoimalla, miten esimerkiksi kouluyhteisön, opetussuunnitelmatekstien tai oppimateriaalien diskurssit rajoittavat ja resursoivat tiedelukutaidon opetusta, oppimista ja niiden kehittämistä, voitaisiin syventää ymmärrystä näiden tekijöiden merkityksestä. Tiedelukutaidon opetusta, oppimista ja niiden kehittämistä on tärkeää jatkossakin tutkia ekologiseen viitekehykseen (Gibson, 1977, 1979) nojautuen. Opetuksen ja oppimisen kehittyminen ja kukoistaminen ovat riippuvaisia ympäristöstään, aivan kuten kasvien kasvu ekosysteemistään.

Lähteet

- Aarnio-Linnavuori, E. (2016). Ympäristöaiheiden tieteidenvälisyys yleissivistävän opetuksen haasteena aineenopettajien näkökulmasta. *Kasvatus & Aika*, 10(2), 33–50. <<https://journal.fi/kasvatusjajaika/article/view/68622>>
- Aleknavičiūtė, V., Lehtinen, E., & Södervik, I. (2023). Thirty years of conceptual change research in biology—A review and meta-analysis of intervention studies. *Educational Research Review*, 41, Artikkelin 100556. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100556>
- Allchin, D., Bergstrom, C. T., & Osborne, J. (2024). Transforming Science Education in an Age of Misinformation. *Journal of College Science Teaching*, 53(1), 40–43. <https://doi.org/10.1080/0047231X.2023.2292409>
- Allison, E., & Goldston, M.J. (2018). Modern Scientific Literacy: A Case Study of Multiliteracies and Scientific Practices in a Fifth Grade Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 270–283. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9723-z>
- Almeida, B., Santos, M., & Justi, R. (2023). Aspects and abilities of science literacy in the context of nature of science teaching. *Science & Education*, 32(3), 567–587. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00324-4>
- Alred, A. R., Doherty, J. H., Hartley, L. M., Harris, C. B., & Dauer, J. M. (2019). Exploring student ideas about biological variation. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1682–1700. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1635289>
- Amiruddin, M. Z. B., Samsudin, A., Suhandi, A., Coştu, B., & Prahani, B. K. (2025). Scientific mapping and trend of conceptual change: A bibliometric analysis. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, Artikkelin 101208. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101208>
- Anastasiou, D., Wirngo, C. N., & Bagos, P. (2024). The effectiveness of concept maps on students' achievement in science: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36(2), Artikkelin 39. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09877-y>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research. *Educational Researcher*, 41, 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Appelbaum, M., Cooper, H., Kline, R. B., Mayo-Wilson, E., Nezu, A. M., Rao, S. M. (2018). Journal article reporting standards for quantitative research in psychology: The APA Publications and Communications Board task force report. *The American Psychologist*, 73(1), 3–25. <https://doi.org/10.1037/amp0000191>
- Armstrong, V., Barnes, S., Sutherland, R., Curran, S., Mills, S., & Thompson, I. (2005). Collaborative research methodology for investigating teaching and learning: the use of interactive whiteboard technology. *Educational review*, 57(4), 457–469.
- Asghar, A., Wiles, J. R., & Alters, B. (2007). Canadian pre-service elementary teachers' conceptions of biological evolution and evolution education. *McGill Journal of Education*, 42(2), 189–210. <<https://mje.mcgill.ca/article/view/2219>>
- Back, M. (2019). World language teachers performing and positioning agency in classroom target language use. Teoksessa H. Kayi-Aydar, X. Gao, E. R. Miller, M. Varghese & G. Vitanova (Toim.), *Theorizing and analyzing language teacher agency* (ss. 101–120). Blue Ridge Summit: Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781788923927-009>
- Bærentsen, K. B., & Trettvik, J. (2002). An activity theory approach to affordance. Teoksessa O. W. Bertelsen, S. Bødker, & K. Kuuti (Toim.), *Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-Computer Interaction - NordiCHI 2002* (ss. 51–60). Association for Computing Machinery.

- Bamberg, M. (1997). Positioning between structure and performance. *Journal of Narrative and Life History*, 7(1–4), 335–342. <https://doi.org/10.1075/jnlh.7.42pos>
- Bamberg, M. (2004a). Positioning with Davie Hogan: Stories, tellings and identities. Teoksessa C. Daiute & C. Lightfoot (Toim.), *Narrative analysis: Studying the development of individuals in society* (ss. 135–158). SAGE Publications.
- Bamberg, M. (2004b). Form and functions of ‘slut bashing’ in male identity constructions in 15-year-olds. *Human Development*, 47(6), 331–353. <https://doi.org/10.1159/000081036>
- Bamberg, M., & Georgakopoulou, A. (2008). Small stories as a new perspective in narrative and identity analysis. *Text & Talk*, 28 (3), 377–396. <https://doi.org/10.1515/TEXT.2008.018>
- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). Students’ Misconceptions and How to Overcome Them. Teoksessa H.-D. Barke, A. Hazari & S. Yitbarek (Toim.), *Misconceptions in Chemistry* (ss. 21–36). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3_3
- Barzilai, S., & Strømsø, H. I. (2018). Individual differences in multiple document comprehension. Teoksessa J. L. G. Braasch, I. Bråten, & M. T. McCrudden (Toim.), *Handbook of multiple source use* (ss. 99–116). Routledge.
- Barzilai, S., Zohar, A.R. & Mor-Hagani, S. (2018). Promoting Integration of Multiple Texts: A Review of Instructional Approaches and Practices. *Educational Psychology Review*, 30, 973–999. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9436-8>
- Beker, K., Van den Broek, P., & Jolles, D. (2019). Children’s integration of information across texts: Reading processes and knowledge presentations. *Reading and Writing*, 32(3), 663–687. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9879-9>
- Bellová, R., Melicherčíková, D., & Tomčík, P. (2018). Possible reasons for low scientific literacy of Slovak students in some natural science subjects. *Research in Science & Technological Education*, 36(2), 226–242. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1367656>
- Biesta, G., & Tedder, M. (2007). Agency and learning in the lifecourse: Towards an ecological perspective. *Studies in the Education of Adults*, 39(2), 132–149. <https://doi.org/10.1080/02660830.2007.11661545>
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome). Academic Press.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (2014). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome). Academic Press.
- Bittermann, A., McNamara, D., Simonsmeier, B.A., & Schneider, M. (2023). The Landscape of Research on Prior Knowledge and Learning: a Bibliometric Analysis. *Educational Psychology Review*, 35, Artikkel 58. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09775-9>
- Blanchard, M., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sc.20390>
- Blaum, D., Griffin, T. D., Wiley, J., & Britt, M. A. (2017). Thinking about global warming: Effect of policy-related documents and prompts on learning about causes of climate change. *Discourse Processes*, 54(4), 303–316. <https://doi.org/10.1080/0163853X.2015.1136169>
- Brand-Gruwel, F. L. J. M., & van Strien, J. L. H. (2018). Instruction to promote information problem solving on the Internet in primary and secondary education students: A Systematic Literature Review. Teoksessa J. L. G. Braasch, I. Bråten, & M. T. McCrudden (Toim.), *Handbook of multiple source use* (ss. 401–422). Routledge.
- Brinkmann, S., & Kvale, S. (2018). *Doing Interviews* (2. painos). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781529716665>
- Britt, M. A., & Rouet, J.-F. (2012). Learning with multiple documents: Component skills and their acquisition. Teoksessa J. R. Kirby & M. J. Lawson (Toim.), *Enhancing the quality of learning: Dispositions, instruction, and learning processes* (ss. 276–314). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139048224.017>
- Britt, M., & Rouet, J. (2020). Multiple Document Comprehension. *Oxford Research Encyclopedia of Education*.

- <<https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-867>> (Luettu 15.11.2023)
- Britt, M.A., Richter, T., & Rouet, J.-F. (2014). Scientific Literacy: The Role of Goal-Directed Reading and Evaluation in Understanding Scientific Information. *Educational Psychologist*, 49(2), 104–122. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.916217>
- Bromme, R., & Goldman, S. R. (2014). The public's bounded understanding of science. *Educational Psychologist*, 49(2), 59–69. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.921572>
- Brown, A.L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Brown, S. A., Ronfard, S., & Kelemen, D. (2020). Teaching natural selection in early elementary classrooms: can a storybook intervention reduce teleological misunderstandings? *Evolution: Education and Outreach*, 13(1), Artikkel 12. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00127-7>
- Bybee, R.W., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. BSCS.
- Cakir, M. (2022). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *International journal of environmental and science education*, 3(4), 193–206. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ894860.pdf> (Luettu 12.11.2025)
- Cansiz, M., & Cansiz, N. (2019). Reconceptualizing and Field Testing the Scientific Literacy Framework by Exploring the Aspect of Scientific Literacy in Turkish Science Curriculum. *Journal of Baltic Science Education*, 18(5), 681–691. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.681>
- Cantell, H. (2015). Ympäristöoppi - Ensi askel tieteiden integraatioon. Teoksessa H. Ruuska, M. Löytönen, & A. Rutanen (Toim.), *Laatua! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä* (ss. 81–89). Suomen tietokirjailijat.
- Carey, S. (1988). Conceptual Differences Between Children and Adults. *Mind and Language* 3(3), 167–181. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0017.1988.tb00141.x>
- Carey, S. (2000). Science Education as Conceptual Change. *Journal of Applied Developmental Psychology* 21(1), 13–19. [https://doi.org/10.1016/S0193-3973\(99\)00046-5](https://doi.org/10.1016/S0193-3973(99)00046-5)
- Cervetti, G. N. (2021). Science-literacy integration: Content-area literacy or disciplinary literacy? *Language Arts*, 98(6), 340–351. <https://doi.org/10.58680/la202131333>
- Cervetti, G., Barber, J., Dorph, R., Pearson, P., & Goldschmidt, P. (2012). The impact of an integrated approach to science and literacy in elementary school classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49, 631–658. <https://doi.org/10.1002/tea.21015>
- Cervetti, G., Pearson, P. D., Barber, J., Hiebert, E., & Bravo, M. (2007). Integrating literacy and science. Teoksessa M. Pressley, A. K. Billman, K. Perry, K. Refitt & J. Reynolds (Toim.), *Shaping literacy achievement: The research we have, the research we need* (ss. 157–174). The Guilford Press.
- Cervetti, G.N., & Pearson, P.D. (2006). Reading and writing in the service of inquiry based science. Teoksessa D. Rowena, K. Worth, & M. Klentschy (Toim.), *Linking Science and Literacy in the K-8 Classroom* (ss. 221–244). NSTA Press.
- Chapman, M. (2006). Preschool through elementary writing. Teoksessa P. Smagorinsky (Toim.), *Research on composition* (ss. 15–47). Teachers College Press.
- Chavan, R. (2016). Difficulties in Teaching Biology Concepts by Science Teachers at Upper Primary Level. *Online Submission*, 3(8), 10–18.
- Chen, M. (2022). Digital affordances and teacher agency in the context of teaching Chinese as a second language during COVID-19. *System*, 105, Artikkel 102710. <https://doi.org/10.1016/j.system.2021.102710>
- Cho, B.-Y., Afflerbach, P., & Han, H. (2018). Strategic processing in accessing, comprehending and using multiple sources online. Teoksessa J.L.G. Braasch, I. Bråten, & M. T. McCrudden (Toim.), *Handbook of Multiple Source Use* (ss.133–150). Routledge.
- Chong, I., & Proctor, R. W. (2019). On the Evolution of a Radical Concept: Affordances According to Gibson and Their Subsequent Use and Development. *Perspectives on Psychological Science*, 15(1), 117–132. <https://doi.org/10.1177/1745691619868207>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*. Routledge.

- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. Teoksessa E. Scanlon & T. O'Shea (Toim.), *New directions in educational technology* (ss. 15–22). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2
- Cromley, J. G., Snyder-Hogan, L. E., & Luciw-Dubas, U. A. (2010). Reading comprehension of scientific text: A domain-specific test of the direct and inferential mediation model of reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), Artikkelin 687. <https://doi.org/10.1037/a0019452>
- Dah, N.M., Noor, M.S.A.M., Kamarudin, M.Z., & Azziz, S.S.S.A. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 43, Artikkelin 100601. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100601>
- Daniel, M., Stojan, J., Wolff, M., Taqui, B., Glasgow, T., Forster, S., & Cassese, T. (2018). Applying four-component instructional design to develop a case presentation curriculum. *Perspectives on Medical Education*, 7, 276–280. <https://doi.org/10.1007/S40037-018-0443-8>
- Demir, B., Haverkamp, Y. E., Braasch, J. L., & Bråten, I. (2024). Investigating the role of prior knowledge in comprehending intratextual and intertextual relationships when reading multiple texts. *Learning and Individual Differences*, 111, Artikkelin 102442. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102442>
- Dibner, K. A., & Snow, C. E. (2016). *Science literacy: Concepts, contexts, and consequences*. National Academies Press.
- D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, 22(2), 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001>
- Dragoş, V., & Mih, V. (2015). Scientific Literacy in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 209, 167–172. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.273>
- Drummond, C., & Fischhoff, B. (2017). Individuals with greater science literacy and education have more polarized beliefs on controversial science topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(36), 9587–9592. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704882114>
- Dyasi, H.M. (2006). Visions of inquiry: Science. Teoksessa r. Douglas, K. Worth & W. Binder (Toim.), *Linking Science and Literacy in the K-8 Classroom* (ss. 3–16). NSTA Press.
- Edelson, D. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121. <http://www.jstor.org/stable/1466722> (Luettu 9.10.2025)
- Elhai, J. (2023). Science Literacy: a More Fundamental Meaning. *Journal of Microbiology and Biology Education*, 24(1), Artikkelin 00212. <https://doi.org/10.1128/jmbe.00212-22>
- Emirbayer, M., & Mische, A. (1998). What Is Agency? *American Journal of Sociology*, 103(4), 962–1023. <https://doi.org/10.1086/231294>
- Emmons, N., Lees, K., & Kelemen, D. (2018). Young children's near and far transfer of the basic theory of natural selection: An analogical storybook intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(3), 321–347. <https://doi.org/10.1002/tea.21421>
- Erdmann, N., Mikkilä-Erdmann, M., Lähteenmäki, M., & Anto, E. (2022). Primary school students' learning of complex science phenomena with multiple online sources. Teoksessa S. Routarinne, P. Heinonen, T. Kärki, A. Roiha, M.-L. Rönkkö, & A. Korkeaniemi (Toim.), *Ainedidaktikka ajassa: Laajenevat oppimisympäristöt ja eri-ikäiset oppijat* (ss. 55–71). Suomen ainedidaktinen tutkimusseura.
- Eskola, J. & Suoranta, J. (2014). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino.
- Eskola, J. (2015). Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat. Laadullisen aineiston analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa R. Valli ja J. Aaltola (Toim.), *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin* (ss. 185–206). Bookwell Oy.
- Espinosa, D.R., & Chandler, B.W. (2024). Correlates of K-12 Students' Intertextual Integration. *Educational Psychology Review*, 36, Artikkelin 48. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09889-8>
- Eteläpelto, A. (2008). Perspectives, prospects, and progress in work-related learning. Teoksessa S. Billett, C. Harteis & A. Eteläpelto (Toim.), *Emerging perspectives of workplace learning* (ss. 233–247). Sense. https://doi.org/10.1163/9789087906450_016

- Eteläpelto, A. (2017). Emerging conceptualisations on professional agency and learning. Teoksessa M. Goller & S. Paloniemi (Toim.), *Agency at Work. Agentic perspective on professional learning and development* (ss. 183–201). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60943-0_10
- Eteläpelto, A., Vähäsantanen, K., Hökkä, P., & Paloniemi, S. (2013). What is agency? Conceptualizing professional agency at work. *Educational Research Review*, 10, 45–65. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.001>
- Eteläpelto, A., Vähäsantanen, K., Hökkä, P., & Paloniemi, S. (2014). Miten käsitteellistää ammatillista toimijuutta työssä? *Aikuiskasvatus*, 3, 202–214. <https://doi.org/10.33336/aik.94100>
- European Commission. (2021). *European citizens' knowledge and attitudes towards science and technology – Report*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2775/303708>
- Evagorou, M. & Osborne, J. (2010). The role of language in the learning and teaching of science. Teoksessa J. Osborne & J. Dillon (Toim.), *Good Practice in Science Teaching: What Research Has to Say* (ss. 135–157). Open University Press. <https://channayousif.files.wordpress.com/2011/06/good-practice-in-science-teaching-what-research-has-to-say.pdf> (Luettu 10.9.2025)
- Firetto, C. M. (2020). Learning from multiple complementary perspectives: A systematic review. Teoksessa P. Van Meter, A. List, D. Lombardi, & P. Kendeou (Toim.), *Handbook of learning from multiple representations and perspectives* (ss. 223–244). Routledge.
- Florit, E., Cain, K., & Mason, L. (2020a). Going beyond children's single-text comprehension: The role of fundamental and higher-level skills in 4th graders' multiple-document comprehension. *British Journal of Educational Psychology*, 90(2), 449–472. <https://doi.org/10.1111/bjep.12288>
- Florit, E., De Carli, P., Giunti, G., & Mason, L. (2020b). Advanced theory of mind uniquely contributes to children's multiple-text comprehension. *Journal of Experimental Child Psychology*, 189, Artikkelin 104708. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104708>
- Ford, B. Q., Gross, J. J., & Gruber, J. (2019). Broadening Our Field of View: The Role of Emotion Polyregulation. *Emotion Review*, 11(3), 197–208.
- Fortus, D., Lin, J., Neumann, K., & Sadler, T. D. (2022). The role of affect in science literacy for all. *International Journal of Science Education*, 44(4), 535–555. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2036384>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Georgakopoulou, A. (2013). Small stories and identities analysis as a framework for the study of im/politeness-in-interaction. *Journal of Politeness Research*, 9(1), 55–74. <https://doi.org/10.1515/pr-2013-0003>
- Gibson, E. J. (2000). Where is information for affordances? *Ecological Psychology*, 12(1), 53–56. https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1201_5
- Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. Teoksessa R. E. Shaw & J. Brandsford (Toim.), *Perceiving, acting, and knowing: toward an ecological psychology* (ss. 67–82). Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.
- Goldman, S. R., Greenleaf, C., Yukhymenko-Lescroart, M., Brown, W., Ko, M.-L. M., Emig, J. M., George, M., Wallace, P., Blaum, D., & Britt, M. A. (2019). Explanatory Modeling in Science Through Text-Based Investigation: Testing the Efficacy of the Project READI Intervention Approach. *American Educational Research Journal*, 56(4), 1148–1216. <https://doi.org/10.3102/0002831219831041>
- Goldman, S. R., Lawless, K., & Manning, F. (2012). Research and Development of Multiple Source Comprehension Assessment. Teoksessa A. Britt, S. Goldman, & J-F. Rouet (Toim.), *Reading - from words to multiple texts* (ss. 180–199). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203131268>
- Graham, S., Kiuahara, S. A., & MacKay, M. (2020). The Effects of Writing on Learning in Science, Social Studies, and Mathematics: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 90(2), 179–226. <https://doi.org/10.3102/0034654320914744>

- Graneheim, U.H., Lindgren, B-M., & Lundman, B. (2017). Methodological challenges in qualitative content analysis: A discussion paper. *Nurse Education Today*, 56, 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.06.002>
- Gravemeijer, K. P. E., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. Teoksessa J. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Toim.), *Educational Design Research* (ss. 45–85). Taylor and Francis Ltd.
- Greenleaf, C., & Valencia, S. (2016). Missing in action: Learning from texts in subject-matter classrooms. Teoksessa D. Appleman & K. Hinchman (Toim.), *Adolescent literacy: A handbook of practice-based research* (ss. 235–256). Guilford Press.
- Gregory, T. R. (2009). Understanding natural selection: Essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2(2), 156–175. <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0128-1>
- Griffin, T. D., Wiley, J., Britt, M. A., & Salas, C. R. (2012). The role of CLEAR thinking in learning science from multiple-document inquiry tasks. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 5(1), 63–78.
- Griffin, T.D., Jaeger, A.J., Britt, M.A., & Wiley, J. (2024). Improving multiple document comprehension with a lesson about multi-causal explanations in science. *Instructional Science*, 52, 639–664. <https://doi.org/10.1007/s11251-023-09657-1>
- Haines, K. J. (2015). Learning to identify and actualize affordances in a new tool. *Language Learning & Technology*, 19(1), 165–180.
- Hammond, M. (2010). What is an affordance and can it help us understand the use of ICT in education?. *Education and Information Technology*, 15, 205–217. <https://doi.org/10.1007/s10639-009-9106-z>
- Han, Y. (2019). Written corrective feedback from an ecological perspective: The interaction between the context and individual learners. *System*, 80, 288–303. <https://doi.org/10.1016/j.system.2018.12.009>
- Hand, B.M., Alvermann, D.E., Gee, J., Guzzetti, B.J., Norris, S.P., Phillips, L.M., Prain, V., & Yore, L.D. (2003). Message from the “Island group”: What is literacy in science literacy? *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 607–615. <https://doi.org/10.1002/tea.10101>
- Heikkilä, M., & Mankki, V. (2023). Luokanopettajien toimijuus koronapandemian aikana: Armollisuutta, olennaisuutta ja epävarmuutta. *Kasvatus*, 54(2), 118–129. <https://doi.org/10.33348/kvt.129148>
- Heikkilä, M., Häkkinen, M., Vidbäck, A., Mikkilä-Erdmann, M., & Sääksjärvi, I. E. (2025). Student teachers’ conceptual understanding of biodiversity loss in a multiple-source learning environment. *Environmental Education Research*, 31(7), 1356–1370. <https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2436110>
- Heikkilä, M., Iiskala, T., & Mikkilä-Erdmann, M. (2020). Voices of student teachers’ professional agency at the intersection of theory and practice. *Learning, Culture and Social Interaction*, 25, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100405>
- Heikkinen, H.L.T. (2015). Kerronnallinen tutkimus. Teoksessa R. Valli, & J. Aaltola (Toim.), *Ikku-noita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle* (4. painos, ss. 149–167). PS-kustannus.
- Hennesy, S., Haßler, B., & Hofmann, R. 2015. Challenges and opportunities for teacher professional development in interactive use of technology in African schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(5), 1–28. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2015.1092466>
- Hosseinzadeh, A., Karami, M., Rezvanian, M. S., Saeidi Rezvani, M., Noghani Dokht Bahmani, M., & Van Merriënboer, J. (2024). Developing media literacy as complex learning in secondary schools: the effect of 4C/ID learning environments. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 5978–5993. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2244562>
- Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641–666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Hsieh, H-F., & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Husu, J., & Toom, A. (2016). *Opettajat ja opettajankoulutus – suuntia tulevaan*. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:33. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-425-2>> (Luettu 6.9.2024)

- Hwang, H., Cabell, S.Q., & Joyner, R.E. (2021). Effects of Integrated Literacy and Content-area Instruction on Vocabulary and Comprehension in the Elementary Years: A Meta-analysis. *Scientific Studies of Reading*, 26(3), 223–249. <https://doi.org/10.1080/10888438.2021.1954005>
- Hyvärinen, M. (2017). Haastattelun maailma. Teoksessa M. Hyvärinen, P. Nikander & J. Ruusuvuori (Toim.), *Tutkimushaastattelun käsikirja* (ss. 11–45). Vastapaino.
- Hyvärinen, M., Hatavara, M., & Rautajoki, H. (2019). Kerronta, asemointi ja haastattelun analyysi. *Sosiologia*, 56(1), 6–25. <<https://journal.fi/sosiologia/article/view/124385>> (Luettu 15.5.2024)
- Imants, J., & Van der Wal, M.M. (2020). A model of teacher agency in professional development and school reform. *Journal of Curriculum Studies*, 52(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/00220272.2019.1604809>
- Jamieson, J. P., Mendes, W. B., Blackstock, E., & Schmader, T. (2010). Turning the knots in your stomach into bows: Reappraising arousal improves performance on the GRE. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(1), 208–212.
- Juuti, K., & Lavonen, J. (2013). Design-tutkimukseen osallistuvien opettajien rooli tutkimuksen eri vaiheissa. Teoksessa J. Perna (Toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla* (ss. 45–68). Bookwell Oy.
- Juuti, K., & Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: one step towards methodology. *Nordic Studies in Science Education*, 2, 54–68. <https://doi.org/10.5617/nordina.424>
- Kallio, H., Vidbäck, A., & Mikkilä-Erdmann, M. (2025). Monilähteinen tiedelukuitaite opettajaopintojen alussa. *Ainedidaktiikka*, 9(1), 4–27. <https://doi.org/10.23988/ad.141938>
- Kampourakis, K. (2013). Teaching about adaptation: Why evolutionary history matters. *Science & Education*, 22(2), 173–188. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9363-2>
- Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. (2025). *Matematiikan ja äidinkielen taidot kuudennen luokan lopussa – Perusopetuksen oppimistulosten pitkittäisarviointi 2018–2024*. <https://www.karvi.fi/fi/julkaisut/matematiikan-ja-aidinkielen-aidit-kuudennen-luokan-lopussa> (Luettu 9.1.2026)
- Kelemen, D., Emmons, N. A., Seston Schillaci, R., & Ganea, P. A. (2014). Young children can be taught basic natural selection using a picture-storybook intervention. *Psychological Science*, 25(4), 893–902. <https://doi.org/10.1177/0956797613516009>
- Kerr, K., & Murphy, C. (2012). Children's Attitudes to Primary Science. Teoksessa B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie, C. (Toim.) *Second International Handbook of Science Education* (ss. 627–650). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_42
- Ketelaar, E., Beijaard, D., Boshuizen, H. P. A., & Den Brok, P. J. (2012). Teachers' positioning towards an educational innovation in the light of ownership, sense-making and agency. *Teaching and Teacher Education*, 28(2), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.10.004>
- Khosronejad, M., Weber, L., & Ryan, M. (2023). Teacher learning as a polyphonic endeavor: A context sensitive model of teacher professional development. *Teachers and Teaching*, 29 (7–8), 908–923. <https://doi.org/10.1080/13540602.2023.2215709>
- Kiili, C., Bråten, I., Kullberg, N., & Leppänen, P.H.T. (2020). Investigating elementary school students' text-based argumentation with multiple online information resources. *Computers & Education*, 147, Artikkelin 103785. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103785>
- Kilag, O. K., Lisao, C., Lastimoso, J., Villa, F. L., & Miñoza, C. A. (2023). Bildung-oriented science education: A critical review of different visions of scientific literacy. *Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education*, 1(4), 115–127. <<https://risejournals.org/index.php/imjrise/article/view/349>> (Luettu 9.1.2026)
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. Cambridge University Press.
- Kiviniemi, K. (2015). Design- eli suunnittelututkimus opetus- ja kasvatusalalla. Teoksessa R. Valli, & J. Aaltola (Toim.), *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodin valinta ja aineistonkeruu : virikkeitä aloittelevalle tutkijalle* (4. painos, ss. 220–240). PS-kustannus.
- Kızılcık, H. Ş. (2024). Pseudoscientific beliefs and media literacy. *International Journal of Science Education*, 46(17), 1811–1825. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2300379>
- Klucevsek, K. M. (2017). The Intersection of Information and Science Literacy. *Communications in Information Literacy*, 11(2), 354–365. <https://doi.org/10.15760/comminfolit.2017.11.2.7>

- Kokkonen, T., & Laherto, A. (2018). Tiedeopetuksen muuttuvat tavoitteet – sisältötiedosta luonnontieteelliseen lukutaitoon. *Ainedidaktiikka*, 2(1), 20–38. <https://doi.org/10.23988/ad.69250>
- Korhonen, T., & Lavonen, J. (2017). A new wave of learning in Finland: Get started with innovation! Teoksessa S. Choo, D. Sawch, A. Vilanueva & R. Vinz (Toim.), *Educating for the 21st century: Perspectives, policies and practices from around the world* (ss. 447–467). Springer.
- Koskela, T., Kontkanen, S., Kärkkäinen, S., Waltzer, K., Havu-Nuutinen, S., & Mikkilä-Erdmann, M. (2021). Tiedepääoma ja koulutuksellinen tasa-arvo suomalaisessa luonnontieteiden osaamisessa. *Tiedepolitiikka*, 46(4), 42–50. <<https://journal.fi/tiedepolitiikka/article/view/109906>> (Luettu 2.12.2025)
- Krippendorff, K. (2019). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Kroustallaki, D., Kokkinaki, T., Sideridis, G. D., & Simos, P. G. (2015). Exploring students' affect and achievement goals in the context of an intervention to improve web searching skills. *Computers in Human Behavior*, 49, 156–170. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.060>
- Kuiper, E., Volman, M., & Terwel, J. (2008). Integrating critical Web skills and content knowledge: Development and evaluation of a 5th grade educational program. *Computers in Human Behavior*, 24, 666–692. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.01.022>
- Kukkonen, H. (2011). Positiointi opetussuunnitelman ymmärtämisen välineenä. Teoksessa M. Mäkinen, V. Korhonen, J. Annala, P. Kalli, P. Svärd, V-M. Värri (Toim.), *Korkeajännityksiä-Kohti osallisuutta luovaa korkeakoulutusta* (ss. 83–103). Tampereen yliopistopaino.
- Kullberg, N., Kiili, C., Bråten, I., González-Ibáñez, R., & Leppänen, P. H. (2023). Sixth graders' selection and integration when writing from multiple online texts. *Instructional Science*, 51(1), 39–64. <https://doi.org/10.1007/s11251-022-09613-5>
- Kvale, S. (2007). *Doing Interviews. Qualitative Research Kit*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781849208963>
- Kyttä, M. (2002). Affordances of children's environments in the context of cities, small towns, suburbs and rural villages in Finland and Belarus. *Journal of Environmental Psychology*, 22 (1–2), 109–123. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0249>
- Kyttä, M. (2003). *Children in outdoor contexts. Affordances and independent mobility in the assessment of environmental child friendliness* [Väitöskirja, Teknillinen korkeakoulu].
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C)
- Lavonen, J. (2020). Curriculum and teacher education reforms in Finland that support the development of competences for the twenty-first century. Teoksessa F. M. Reimers (Toim.), *Audacious education purposes* (s. 65–80). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41882-3_3
- Lavonen, J. (2021). How the Finnish compulsory school science curriculum emphasises scientific literacy. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 9(2), 26–46. <https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.2.02b>
- Lazaroff, E., & Vlach, H. A. (2025). Children's memory and generalization of science concepts learned using comparison. *Journal of Experimental Child Psychology*, 253, Artikkelin 106196.
- Leander, K. M. & Osborne, M. D. (2008). Complex positioning: teachers as agents of curricular and pedagogical reform. *Journal of Curriculum Studies*, 40(1), 23–46. <https://doi.org/10.1080/00220270601089199>
- Lee, C. D., & Spratley, A. (2010). *Reading in the disciplines. The challenges of adolescent literacy*. Carnegie Corporation of New York.
- Lehtonen, D., Jyrkiäinen, A., & Joutsenlahti, J. (2021). A systematic review of educational design research in Finnish doctoral dissertations on mathematics, science, and technology education. *International Journal on Math, Science and Technology Education*, 7(3), 140–165. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.7.3.399>
- Leino, K., Rautopuro, J., & Kulju, P. (2021). Esipuhe. Teoksessa K. Leino, J. Rautopuro & P. Kulju (Toim.), *Lukutaito – tie tulevaisuuteen. PISA 2018. Suomen pääraportti* (ss. 7–12). Suomen kasvatustieteellinen seura.
- Leu, D. J., Kinzer, C. K., Coiro, J., Castek, J., & Henry, L. A. (2018). New literacies: A dual-level theory of the changing nature of literacy, instruction, and assessment. Teoksessa D. E. Alvermann,

- N. J. Unrau & R. B. Ruddel (Toim.), *Theoretical models and processes of literacy* (ss. 319–346). Routledge.
- Livitt, H. M., Bamberg, M., Creswell, J. W., Frost, D. M., Josselson, R., Suárez-Orozco, C. (2018). Journal article reporting standards for qualitative primary, qualitative meta-analytic, and mixed methods research in psychology: The APA Publications and Communications Board task force report. *The American Psychologist*, 73(1), 26–46. <https://doi.org/10.1037/amp0000151>
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of social issues*, 2(4), 34–46.
- List, A., & Alexander, P. A. (2019). Toward an Integrated Framework of Multiple Text Use. *Educational Psychologist*, 54(1), 20–39. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1505514>
- List, A., & Alexander, P. A. (2020). Strategy use in learning from multiple texts: An investigation of the integrative framework of learning from multiple texts. *Frontiers in Education*, 5, Artikkel 578062. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.578062>
- Lombardi, D., & Sinatra, G.M. (2013). Emotions about Teaching about Human-Induced Climate Change. *International Journal of Science Education*, 35(1), 167–191. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.738372>
- Lombardi, D., Sinatra, G., Bailey, J., & Butler, L. (2024). Seeking a comprehensive theory about the development of scientific thinking. *Educational Psychology Review*, 36, Artikkel 72. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09911-z>
- Machery, E. (2009). *Doing without concepts: Why Cognition Is Not Unified*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195306880.001.0001>
- Mateos, M., & Solé, I. (2009). Synthesising information from various texts: A study of procedures and products at different educational levels. *European Journal of Psychology of Education*, 24(4), 435–451. <https://doi.org/10.1007/BF03178760>
- Matveinen, T., Havu-Nuutinen, S., & Kärkkäinen, S. (2021). Monilukutaitoa määrittävät ja monilukutaidon opetusta ohjaavat keskeiset tekijät – Asiantuntijoiden käsityksiä monilukutaidosta. *Kasvatus*, 52, 149–163. <https://doi.org/10.33348/kvt.111436>
- McCarthy, K. S., & McNamara, D. S. (2021). The Multidimensional Knowledge in Text Comprehension framework. *Educational Psychologist*, 56(3), 196–214. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1872379>
- McCrudden, M. T., Kulikowich, J. M., Lyu, B., & Huynh, L. (2022). Promoting integration and learning from multiple complementary texts. *Journal of Educational Psychology*, 114(8), 1832–1843. <https://doi.org/10.1037/edu0000746>
- McGrenere, J., & Ho, W. (2000). Affordances: Clarifying and Evolving a Concept. Teoksessa S. Fels & P. Poulin (Toim.), *Proceedings of Graphics Interface* (ss. 179–186). Canadian Human-Computer Communications Society.
- McKenney, S., & Reeves, T. (2014). Educational Design Research. Teoksessa J. Spector, M. Merrill, J. Elen, M. Bishop (Toim.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (ss.131–140). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_11
- McKenney, S., & Reeves, T. (2019). *Conducting Educational Design Research*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315105642>
- McNamara, D. S., Watanabe, M., Huynh, L., McCarthy, K. S., Allen, L. K., & Magliano, J. P. (2024). Summarizing versus rereading multiple documents. *Contemporary Educational Psychology*, 76, Artikkel 102238. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2023.102238>
- McVee, M.B., Silvestri, K.N., Schucker, K.A., & Cun, A. (2021). Positioning theory, embodiment, and the moral orders of objects in social dynamics: How positioning theory has neglected the body and artifactual knowing. *Journal for The Theory of Social Behaviour*, 51, 192–214. <https://doi.org/10.1111/jtsb.12289>
- Merrill, M.D. (2002) First principles of instruction. *Educational Technology Research & Development*, 50, 43–59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024>
- Milčr, T., Hollan, J., Válek, J., & Sládek, P. (2012). Teachers' Understanding of Climate Change. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, 1437–1442. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.083>
- Morse, J. (2018). Reframing Rigor in Qualitative Inquiry. Teoksessa N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (toim.), *Handbook of qualitative research* (ss. 1373–1409). Thousand Oaks: SAGE.

- Muasya, J. N. & Mulwa, P. K. (2023). Pilot Study, a Neglected Part of Qualitative and Quantitative Research Process: Evidence from Selected PhD Thesis and Dissertations. *Higher Education Research*, 8(4), 115–123. <https://doi.org/10.11648/j.her.20230804.11>
- Mäntylä, T., & Kokkonen, T. P. (2018). Conceptual Patterns of Changes in University Students' Explanations During DC-Circuit Tasks. Teoksessa J. Kay & R. Luckin (Toim.), *International Conference of the Learning Sciences* (ss. 1117–1120). ISLS International Society of the Learning Sciences.
- Ng, W. (2013). *Empowering scientific literacy through digital literacy and multiliteracies*. Nova Science Publishers.
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative evaluation in educational design research. *Design Research*, 153(1), 152–169.
- Nokes, J. D., Dole, J. A., & Hacker, D. J. (2007). Teaching High School Students to Use Heuristics While Reading Historical Texts. *Journal of Educational Psychology*, 99, 492–504. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.492>
- Norris, S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224–240. <https://doi.org/10.1002/sc.10066>
- Norris, S.P., Phillips, L.M., Smith, M.L., Guilbert, S.M., Stange, D.M., Baker, J.J., & Weber, A.C. (2008). Learning to read scientific text: Do elementary school commercial reading programs help? *Science Education*, 92(5), 765–798. <https://doi.org/10.1002/sc.20266>
- OECD. (2005). *The definition and selection of competencies (DeSeCo): Executive summary*. <<http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>> (Luettu 6.9.2023)
- OECD. (2023). *PISA 2022 results: The state of learning and equity in education*. <https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/finland_6991e849-en.html> (Luettu 9.1.2026)
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Next Print Oy.
- Opetushallitus. (2021). *Opettajien näkemyksiä ympäristöopin opettamisesta ja nivelvaiheesta. Kooste vuonna 2020 toteutetusta selvityksestä*. <https://www.oph.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/opettajien-nakemyksia-ymparistoon-opettamisesta-ja-nivelvaiheesta> (Luettu 8.1.2026)
- Osborne, J., & Allchin, D. (2024). Science literacy in the twenty-first century: informed trust and the competent outsider. *International Journal of Science Education*, 47(15–16), 2134–2155. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2331980>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Nuffield Foundation. efepereth.wdfiles.com/local--files/science-education/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf
- Osborne, J., & Dillon, J. (2010). *Good Practice in Science Teaching: What Research Has to Say*. Open University Press/ McGraw-Hill Education.
- Osborne, J., Sedlacek, Q. C., Friend, M., & Lemmi, C. (2016). Learning to read science. *Science Scope*, 40(3), 36–42. https://doi.org/10.2505/4/ss16_040_03_36
- Osborne, J., & Pimentel, D. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*, 107, 553–571. <https://doi.org/10.1002/sc.21790>
- Paakkari, L., Kulmala, M., Lahti, H., Boberová, Z., Valentic, M., Kleszczewska, D., Alexandrova-Karamanova, A., Rouquette, A., & Torppa, M. (2025). Equality in Adolescents' Opportunities for Health Information Through the Lens of Health Literacy: Results From Health Behaviour in School-aged Children Study 2018 and 2022. *Journal of Adolescent Health*, 77(5), 938–946. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2025.06.022>
- Palonen, T., Kankaanranta, M., Tirronen, M., & Roth, J. (2011). Tieto- ja viestintätekniikan käyttöönotto suomalaiskouluissa: haasteita ja mahdollisuuksia. Teoksessa M. Kankaanranta, & S. Vahtivuori-Hänninen (toim.), *Opetusteknologia koulun arjessa II* (ss. 77–98). Koulutuksen tutkimuslaitos. <<https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/37469>> (Luettu 6.9.2023)
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 299–307. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031268.72848.6d>
- Patterson, A., Roman, D., Friend, M., Osborne, J., & Donovan, B. (2018). Reading for meaning: The foundational knowledge every teacher of science should have. *International Journal of Science Education*, 40(3), 291–307. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1416205>

- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research and evaluation methods : integrating theory and practice* (4. painos). SAGE Publications.
- Pearson, P.D., Moje, E., & Greenleaf, C. (2010). Literacy and Science: Each in the Service of the Other. *Science*, 328, 459–463. <https://doi.org/10.1126/science.1182595>
- Pine, K., Messer, D., & St. John, K. (2001). Children's misconceptions in primary science: A survey of teachers' views. *Research in Science & Technological Education*, 19, 79–96. <https://doi.org/10.1080/02635140120046240>
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. Teoksessa T. Plomp & N. Nieveen (Toim.), *Educational Design Research Part A: An Introduction* (ss. 10–51). SLO.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.K., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a science conception: Towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 67(4), 489–508.
- Potvin, P., Nenciovici, L., Malenfant-Robichaud, G., Thibault, F., Sy, O., Mahhou, M. A., ... & Chastenay, P. (2020). Models of conceptual change in science learning: establishing an exhaustive inventory based on support given by articles published in major journals. *Studies in Science Education*, 56(2), 157–211. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1744796>
- Priestley, M., Biesta, G., & Robinson, S. (2015). *Teacher agency: An ecological approach*. Bloomsbury Academic.
- Pöysä, J. (2015). *Lähiluvun Tieto: Näkökulmia kirjoitetun muistelukerronnan tutkimukseen*. Suomen Kansantietouden Tutkijain Seura.
- Pozzi, G., Pigni, F., & Vitari, C. (2014, Elokuu 7–9). Affordance theory in the IS discipline: A review and synthesis of the literature [Konferenssiesitys]. AMCIS 2014 Proceedings, Savannah, GA, Yhdysvallat. < <https://aisel.aisnet.org/amcis2014/SocioTechnicalIssues/GeneralPresentations/2> > (Luettu 2.12.2025)
- Primor, L., & Katzir, T. (2018). Measuring multiple text integration: A Review. *Frontiers in Psychology*, 9, Artikkelin 2294. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02294>
- Primor, L., Cerdán, R., Mániz, I., & Yeari, M. (2024). Predicting multiple-text integration: The role of single-text comprehension and individual-differences. *Written Language & Literacy*, 27(1), 31–65. <https://doi.org/10.1075/wll.00082.pri>
- Raccanello, D., Florit, E., Brondino, M., Rodà, A., & Mason, L. (2022). Control and value appraisals and online multiple-text comprehension in primary school: The mediating role of boredom and the moderating role of word-reading fluency. *British Journal of Educational Psychology*, 92(1), 258–279. <https://doi.org/10.1111/bjep.12448>
- Rajala, A., & Kumpulainen, K. (2017). Researching teachers' agentic orientations to educational change in Finnish schools. Teoksessa M. Coller & S. Paloniemi (Toim.), *Agency at work: An agentic perspective on professional learning and development* (ss. 311–329). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60943-0_16
- Ratinen, I. (2016). Primary student teachers' climate change conceptualization and implementation on inquiry-based communicative science teaching: a design research. (Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 555) [Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto < <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-6667-6> > (Luettu 1.12.2025)
- Ratinen, I. (2021). Students' Knowledge of Climate Change, Mitigation and Adaptation in the Context of Constructive Hope. *Education Sciences*, 11(3), 1–14. Artikkelin 103. <https://doi.org/10.3390/educsci11030103>
- Reed, D. K., Sorrells, A. M., Cole, H. A., & Takakawa, N. (2013). The Ecological and Population Validity of Reading Interventions for Adolescents: Can Effectiveness Be Generalized? *Learning Disability Quarterly*, 36(3), 131–144. <https://doi.org/10.1177/0731948712451976>
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy /science literacy. Teoksessa S. K. Abell, & N.G. Lederman (Toim.), *Handbook of research on science education* (ss. 729–780). Lawrence Erlbaum Associates.
- Robinson, S. (2012). Constructing teacher agency in response to the constraints of education policy: adoption and adaptation. *The Curriculum Journal*, 23, 231–245. <https://doi.org/10.1080/09585176.2012.678702>

- Román, D., & Busch, K. C. (2015). Textbooks of doubt: using systemic functional analysis to explore the framing of climate change in middle-school science textbooks. *Environmental Education Research*, 22(8), 1158–1180. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1091878>
- Roskos, K., Brueck, J., & Lenhart, L. (2017). An analysis of e-book learning platforms: affordances, architecture, functionality and analytics. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 12, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.01.003>
- Rudolph, J. (2022). *Why We teach science (and Why We should)*. Oxford University Press.
- Rudolph, J. (2024). Scientific literacy: Its real origin story and functional role in American education. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(3), 519–532. <https://doi.org/10.1002/tea.21890>
- Ruohotie-Lyhty, M. (2011). Constructing practical knowledge of teaching: eleven newly qualified language teachers' discursive agency. *The Language Learning Journal*, 39(3), 365–379. <https://doi.org/10.1080/09571736.2010.544750>
- Ruohotie-Lyhty, M., & Moate, J. 2015. Proactive and reactive dimensions of life-course agency: Mapping student teachers' language learning experiences. *Language and Education*, 29(1), 46–61. <https://doi.org/10.1080/09500782.2014.927884>
- Ruusuvuori, J., & Nikander, P. (2017). Haastatteluaineiston litterointi. Teoksessa M. Hyvärinen, P. Nikander & J. Ruusuvuori (Toim.), *Tutkimushaastattelun käsikirja* (ss. 427–444). Vastapaino.
- Saarinen, J., Venäläinen, S., Johnson, P., Cantell, H., Jakobsson, G., Koivisto, P., Routti, M., Väänänen, J., Huhtanen, M., Kivistö, A., & Viitala, M. (2019). *OPS-tyon askeleita: Esi- ja perusopetuksen opetussuunnitelmien parusteiden 2014 toimeenpanon arviointi*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. < https://karvi.fi/wp-content/uploads/2019/01/KARVI_0119.pdf> (Luettu 5.5.2025)
- Sareh, P., & Loudon, G. (2024). The form-affordance-function (FAF) triangle of design. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 18, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01648-3>
- Satokangas, H. (2020). Termien kontekstin rakentaminen oppi- ja tietokirjallisuudessa. *Puhe ja kieli*, 40(4), 291–310. <https://doi.org/10.23997/pk.103312>
- Schwartz, R. S., Lederman, J. S., & Enderle, P. J. (2023). Scientific inquiry literacy: The missing link on the continuum from science literacy to scientific literacy. Teoksessa N.G. Lederman, D.L. Zeidler & J.S. Lederman (Toim.), *Handbook of research on science education* (ss. 749–782). Routledge.
- Segers, E., Cho, B. Y., & Naumann, J. (2025). Digital reading and what makes it hard for whom: Individual differences in learning from digital texts. *Learning and Individual Differences*, 124, Artikkelin ID 102801. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102801>
- Segev-Miller, R. (2007). Cognitive processes in discourse synthesis: The case of intertextual processing strategies. Teoksessa M. Torrance, L. Van Waes & D. Galbraith (Toim.), *Writing and Cognition – Research and Application* (ss. 231–250). Elsevier. https://doi.org/10.1163/9781849508223_016
- Shah, R. K., & Campus, S. (2021). Conceptualizing and defining pedagogy. *IOSR journal of research & method in education*, 11(1), 6–29.
- She, H. C., Lin, H. S., & Huang, L. Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1309–1340. <https://doi.org/10.1002/tea.21553>
- Sherkat, D.E. (2011). Religion and Scientific Literacy in the United States[‡]. *Social Science Quarterly*, 92, 1134–1150. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2011.00811.x>
- Shtulman, A., Neal, C., & Lindquist, G. (2016). Children's ability to learn evolutionary explanations for biological adaptation. *Early Education and Development*, 27(8), 1222–1236. <https://doi.org/10.1080/10409289.2016.1154418>
- Simon, S., & Osborne, J. (2010). Students' attitudes to science. Teoksessa J. Osborne & J. Dillon (Toim.), *Good Practice in Science Teaching: What Research Has to Say* (ss. 238–258). Open University Press. < <https://channayousif.files.wordpress.com/2011/06/good-practice-in-science-teaching-what-research-has-to-say.pdf>> (Luettu 1.12.2025)
- Simonsmeier, B. A., Flaig, M., Deiglmayr, A., Schalk, L., & Schneider, M. (2022). Domain-specific prior knowledge and learning: A meta-analysis. *Educational Psychologist*, 57(1), 31–54. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1939700>

- Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2003). The Role of Intentions in Conceptual Change Learning. Teoksessa G. M. Sinatra & P. R. Pintrich, *Intentional conceptual change* (ss. 10–26). L. Erlbaum. <https://doi.org/10.4324/9781410606716-5>
- Sirén, M., & Sulkunen, S. (2023). Critical literacy in the PISA 2018 reading literacy assessment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 69(2), 270–283. <https://doi.org/10.1080/00313831.2023.2287458>
- Sjöström, J. (2024). Vision III of scientific literacy and science education: an alternative vision for science education emphasising the ethico-socio-political and relational-existential. *Studies in Science Education*, 61(2), 239–274. <https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2405229>
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. Teoksessa Y.J. Dori, Z.R. Mevarech, D.R. Baker (Toim.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education. Innovations in Science Education and Technology* (ss. 65–88). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_4
- Soini, T., Pietarinen, J., Toom, A., & Pyhältö, K. (2015). What contributes to first-year student teachers' sense of professional agency in the classroom? *Teachers and Teaching*, 21(6), 641–659. <https://doi.org/10.1080/13540602.2015.1044326>
- Sormunen, M., Saaranen, T., Tossavainen, K., & Turunen, H. (2014). Monimenetelmätutkimus terveystieteissä. *Sosiaalilääketieteellinen Aikakauslehti*, 50(4). <https://doi.org/10.23990/sa.41281>
- Stewart, O. G. (2015). A critical review of the literature of social media's affordances in the classroom. *E-Learning and Digital Media*, 12(5–6), 481–501. <https://doi.org/10.1177/204275301667>
- Stoddart, T., Pinal, A., Lutzke, M., & Canaday, D. (2002). Integrating inquiry science and language development for English language learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(8), 664–687. <https://doi.org/10.1002/tea.10040>
- Suri, G., Sheppes, G., Young, G., Abraham, D., McRae, K., & Gross, J. J. (2018). Emotion regulation choice: The role of environmental affordances. *Cognition and Emotion*, 32(5), 963–971.
- Taber, K.S. (2017a). The Nature of Student Conceptions in Science. Teoksessa K.S. Taber, & B. Akpan (Toim.), *Science Education: New Directions in Mathematics and Science Education* (ss. 119–131). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_9
- Taber, K. S. (2017b). Representing evolution in science education: The challenge of teaching about natural selection. Teoksessa B. Akpan (Toim.), *Science Education: A Global Perspective* (ss. 71–96). Springer International Publishing.
- Taber, K. S. (2023). Debugging teaching. Improving the teacher's mental model of the learners' mental models [Avauspuheenvuoro]. *The Science Teachers Association of Nigeria Annual Conference*. Teoksessa S. Sa'adu Matazu (Toim.), *The Learning Sciences and STEM Education: 63rd Annual Conference Proceedings, 2023* (ss. 7–49). Science Teachers Association of Nigeria. https://www.academia.edu/105620648/Debugging_teaching_Improving_the_teachers_mental_model_of_the_learners_mental_models > (Luettu 9.12.2025)
- Tani, S. (2017). Maantieteen opetuksen haasteita: digitalisaatio, opetuksen ehyttäminen ja opettajan roolin murros, *Terra*, 129(4), 211–222.
- Tarchi, C., & Casado Ledesma, L. (2024). Readers' awareness in the use of intertextual strategies when writing from multiple texts. *Journal of Writing Research*, 16(2), 249–269. <https://doi.org/10.17239/jowr-2024.16.02.03>
- Thoms, J.J. (2014). An Ecological View of Whole-Class Discussions in a Second Language Literature Classroom: Teacher Reformulations as Affordances for Learning. *The Modern Language Journal*, 98, 724–741. <https://doi.org/10.1111/modl.12119>
- Tiedebarometri. (2024). *Tiedebarometri. Tutkimus suomalaisten suhteesta tieteeseen ja tieteellis-tekniseen kehitykseen*. Tieteen tiedotus ry.
- Toma, R. B. (2022). Elementary school students' interests and attitudes towards biology and physics. *Journal of Biological Education*, 58(4), 972–983. <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2147208>
- Toma, R.B., & Lederman, N.G. A. (2022). Comprehensive Review of Instruments Measuring Attitudes Toward Science. *Research in Science Education*, 52, 567–582. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09967-1>

- Turpeinen, M. (2011). Muutoksen ja arvioinnin paikka. Henkilöstö arvioi julkisen erikoissairaanhoidon organisaatiofuusiota eri positioista. (Acta Electronica Universitatis Tampereensis 1070) [Väitöskirja, Tampereen yliopisto].
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019). *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi: Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019*. Tutkimuseettinen neuvottelukunta.
- Ummels, M. H. J., Kamp, M. J. A., De Kroon, H., & Boersma, K. T. (2015). Designing and evaluating a context-based lesson sequence promoting conceptual coherence in biology. *Journal of Biological Education*, 49(1), 38–52. <https://doi.org/10.1002/sce.21179>
- Vainikainen, M. P., & Nilivaara, P. (2022). Laaja-alainen osaaminen uuden vuosituhannen koulutuspoliittisissa keskusteluissa. Teoksessa N. Hienonen, P. Nilivaara, M. Saarnio & M-P. Vainikainen (Toim.), *Laaja-alainen osaaminen koulussa: Ajattelijana ja oppijana kehittyminen* (ss. 13–22). Gaudeamus.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (Toim.). 2006. *Educational Design Research*. Routledge.
- Van Lier, L. (2003). A tale of two computer classrooms: The ecology of project-based language learning. Teoksessa J. Leather & J. van Dam (Toim.), *The Ecology of Language Acquisition*, (ss. 49–64). Kluwer Academic.
- Van Lier, L. (2010). The ecology of language learning: Practice to theory, theory to practice. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 3, 2–6.
- Van Merriënboer, J. G. & Kirschner, P., & Kester, P. (2003). Taking the Load Off a Learner’s Mind: Instructional Design for Complex Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 5–13. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_2
- Van Merriënboer, J. J. G., & Kester, L. (2008). Whole-Task Models in Education. Teoksessa D. Jonassen, M.J. Spector, M. Driscoll, M.D. Merrill, J. Van Merrienboer & M.P. Driscoll (Toim.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (ss. 441–456). Routledge.
- Van Merriënboer, J.J.G., & Kirschner, P.A. (2017). *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design* (3. painos). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315113210>
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Kotila, J., Lehtola, P., Nissinen, K., Puhakka, E., Pulkkinen, J., & Ström, A. (2020a). *Perustaidoista vauhtia koulutielle - Neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS 2019 -tutkimus suomessa*. Koulutuksen tutkimuslaitos. < https://jyx.jyu.fi/jyx/Record/jyx_123456789_73016 > (Luettu 10.10.2025)
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Kotila, J., Lehtola, P., Nissinen, K., Puhakka, E., Pulkkinen, J., & Ström, A. (2020b). *Tulevaisuuden avaintaidot puntarissa - Kahdeksannen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS 2019 -tutkimus Suomessa*. Koulutuksen tutkimuslaitos. < <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/73019> > (Luettu 10.10.2025)
- Vidbäck, A., Iiskala, T., & Mikkilä-Erdmann, M. (2023). Opettajien kokemuksia tiedelukutaidon opetuksen haasteista alakoulussa. *Ainedidaktiikka*, 7(2), 3–24. <https://doi.org/10.23988/ad.130713>
- Vidbäck, A., Mikkilä-Erdmann, M., & Iiskala, T. (2025). Opettajien positioituminen tiedelukutaitoprojektissa: Havaittujen tarjoumien ja toimijuuden merkitys. *Kasvatus*, 56(4), 504–519. <https://doi.org/10.33348/kvt.145987>
- Vidbäck, A., Iiskala, T., Laakkonen, E., Erdmann, N. & Mikkilä-Erdmann, M. (arvioitavana) Development of primary students’ conceptions of animal adaptation and intertextual integration skills in a science literacy project.
- Virolainen, M., Heikkinen, H., Siklander, P., & Laitinen-Väänänen, S. (2019). Mitä ovat oppimisen ekosysteemit? *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 21(4), 4–25. < <https://journal.fi/akakk/article/view/89249> > (Luettu 14.5.2024)
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45–69.
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human development*, 50(1), 47–54.
- Vosniadou, S. (2017). Initial and scientific understandings and the problem of conceptual change. Teoksessa T. G. Amin & O. Levrini (Toim.), *Converging perspectives on conceptual change: map-*

- ping an emerging paradigm in the learning sciences* (ss. 17–25). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315467139>
- Vosniadou, S. (2019). The Development of Students' Understanding of Science. *Frontiers in Education*, 4, Artikkel 32. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00032>
- Vähäsantanen, K., & Eteläpelto, A. (2009). Vocational teachers in the face of a major educational reform: Individual ways of negotiating professional identities. *Journal of Education and Work*, 22(1), 15–33. <https://doi.org/10.1080/13639080802709620>
- Wals, A. E., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence between science and environmental education. *Science*, 344, 583–584. <https://doi.org/10.1126/science.1250515>
- Wang, F., & Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53, 5–23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>
- Webb, M. E. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, 27(6), 705–735. <https://doi.org/10.1080/09500690500038520>
- Wiley, J., Goldman, S.R., Graesser, A.C., Sanchez, C.A., Ash, I.K., & Hemmerich, J.A. (2009). Source evaluation, comprehension, and learning in internet science inquiry tasks. *American Educational Research Journal*, 46 (4), 1060–1106. <https://doi.org/10.3102/0002831209333>
- Wiley, J., Jaeger, A. J., & Griffin, T. D. (2018). Effects of instructional conditions on comprehension from multiple sources in history and science. Teoksessa J. L. G. Braasch, I. Bråten, & M. T. McCrudden (Toim.), *Handbook of multiple source use* (ss. 341–361). Routledge.
- Wolfe, M. B. W., & Goldman, S. R. (2005). Relations between adolescents' text processing and reasoning. *Cognition and Instruction*, 23(4), 467–502. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2304_2
- Wopereis, I., Frerejean, J., Brand-Gruwel, S. (2015). Information Problem Solving Instruction in Higher Education: A Case Study on Instructional Design. Teoksessa S. Kurbanoglu, J. Boustany, S. Špiranec, E. Grassian, D. Mizrahi & L. Roy (Toim.), *Information Literacy: Moving Toward Sustainability* (ss. 293–302). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28197-1_30
- Wu, HK., & Puntambekar, S. (2012). Pedagogical Affordances of Multiple External Representations in Scientific Processes. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 754–767. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9363-7>
- Yore, L., Pimm, D., & Tuan, H-L. (2007). The Literacy component of mathematical and scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 559–589. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9089-4>

Liitteet

Liite 1. Osatutkimus I: Opettajien haastattelurunko.

- K1: Mikä on oppilaidesi peruslukutaidon taso ja mihin osa-alueisiin olisi tärkeää kiinnittää huomiota?
- K2: Miten tuet ymmärtävän lukemisen tavoitteita omassa opetuksessasi?
- K3: Miten äidinkielen oppimateriaalit mielestäsi tukevat ymmärtävän lukemisen tavoitteita?
- K4: Millaisia haasteita ja mahdollisuuksia näet tietotekstien lukemisen opettamisessa?
- K5: Mitkä ovat tavoitteesi, kun suunnittelet ja toteutat ympäristöopin opetusta?
- K6: Millaisia materiaaleja ja välineitä käytät ympäristöopin opetuksessa?
- K7: Miten käytössäsi oleva ympäristöopin oppikirja tukee mielestäsi ymmärtävää lukemista?
- K8: Miten käytössäsi oleva ympäristöopin oppikirja tukee mielestäsi nettilukemista?
- K9: Miten opetat nettitiedon hakemista, arviointia, ymmärtämistä ja hyödyntämistä?
- K10: Millaista tukea ja materiaaleja toivot nettitiedon haun, arvioinnin, ymmärtämisen ja hyödyntämisen opettamiseen?
- K11: Millaisia ominaisuuksia on hyvässä digitaalisessa oppimisympäristössä?
- K12: Millainen on mielestäsi hyvä digitaalinen oppimisympäristö tiedon haun, arvioinnin, ymmärtämisen ja hyödyntämisen harjoitteluun?
- K13: Miten haluaisit kehittää omaa osaamistasi nettitiedon haun, arvioinnin, ymmärtämisen ja hyödyntämisen opettajana?
- K14: Millaisia koulutusmuotoja toivoisit oman osaamisesi kehittämiseen?
- K15: Millä tavoin mieluiten osallistuisit kevään projektin oppitunteihin?
- K16: Haluaisitko vielä tuoda esiin jotakin projektiin liittyvää?

Liite 2. Osatutkimus II: Opettajien kyselyn avoimet kysymykset.

Opetuskertojen 1., 3. ja 5. jälkeen esitetyt avoimet kysymykset (Osa kysymyksistä on niitä edeltäneiden strukturoitujen kysymysten jatkokysymyksiä)

Mikä vaikutti suunnitelman muutokseen?

Miten opetus toteutettiin?

Millainen mieli oppilaille jäi tästä kerrasta? Halutessasi, voit perustella edellisen kohdan valintojasi.

Millainen mieli sinulle jäi tästä kerrasta? Halutessasi, voit perustella edellisen kohdan valintojasi.

Jos aikaa oli mielestäsi liian vähän suhteessa asiaan, mihin aikaa olisi mielestäsi tarvittu lisää?

Huomioita ja kehittämisideoita opetuskerran / opetuskertojen näkökulmasta:

Projektin jälkeen esitetyt avoimet kysymykset (Osa kysymyksistä on niitä edeltäneiden strukturoitujen kysymysten jatkokysymyksiä)

Mikä vaikutti suunnitelman muutokseen?

Miten se toteutettiin?

Millainen mieli oppilaille jäi tästä opetuskokonaisuudesta? Halutessasi, voit perustella edellisen kohdan valintojasi.

Millainen mieli sinulle opettajana jäi tästä opetuskokonaisuudesta? Halutessasi, voit perustella edellisen kohdan valintojasi.

Mihin aikaa olisi mielestäsi tarvittu lisää?

Olisiko aikaa voinut käyttää johonkin vähemmän? Mihin?

Miten koit Moodlen toimivan opettajan työtä ohjaavana ja materiaalin kokoavana alustana (esim. toimiiko rakenne, tarvitaanko lisää ohjeita)?


Miten koit projektin diojen toimivan opettajan työtä ohjaavana materiaalina (esim. toimiiko rakenne, tarvitaanko lisää ohjeita opetuksen pitämiseen)?

Miten paljon käytit aikaa opetuskertojen suunnitteluun ja materiaaleihin tutustumiseen (esim. noin 15 minuuttia / opetuskerta)?

Huomioita ja kehittämisideoita (sisällöt, pedagogiikka, digitaalinen oppimisympäristö):

Liite 3. Osatutkimus III: Oppilaiden alku- ja loppumittauksen tutkiva tehtävä ja ohjeet.**Oppilaan ohje**

Kirjoita etu- ja sukunimesi: _____

Lue kaikki ohjeet ja tehtävät huolellisesti. Tursas  auttaa [digitaalisessa oppimisympäristössä].

Pääset nettitehtävään menemällä selaimella osoitteeseen [https://\[redacted\]](https://[redacted])

Sisäänkirjautuminen MPASS-tunnuksella

Tehtäväkoodi on [redacted]

Aikaa tehtävän tekemiseen on **45 min.** Tsemppiä tehtävään!

TEHTÄVÄNANTO:

Sait seuraavan sähköpostiviestin:

Hei,

Olen lasten tiedelehden toimittaja. Lehtemme julkaisee lasten kirjoittamia juttuja luonnon ilmiöistä, joista lapset ovat meiltä kyselleet. 6.-luokkalainen Havu kysyy meiltä, miten tuuli syntyy.

Vastaa kysymykseen ja **kirjoita lehteen tietoteksti otsikolla ”Miten tuuli syntyy?”**

Huomioi kirjoittaessasi seuraavat asiat:

- Etsi [digitaalisesta oppimisympäristöstä] kolme hyödyllistä ja luotettavaa sivua ja kirjoita tekstisi niiden pohjalta.
- Käytä tietotekstiin sopivia käsitteitä.
- Esitä syy- ja seuraussuhteita, kun selität tuulen synnyn eri vaiheet.

Ystävällisin terveisin,

Niina Laitinen

Lasten tiedelehden toimittaja



**TURUN
YLIOPISTO**
UNIVERSITY
OF TURKU

ISBN 978-952-02-0641-3 (Painettu)
ISBN 978-952-02-0642-0 (PDF)
ISSN 0082-6987 (Painettu)
ISSN 2343-3191 (Sähköinen)