



LUND UNIVERSITY

Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik **Lärares beskrivningar och hur deras TPACK påverkar undervisningen** Ollinen, Karin

2019

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Ollinen, K. (2019). *Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik: Lärares beskrivningar och hur deras TPACK påverkar undervisningen*. [Licentiatavhandling, Utbildningsvetenskap]. Institutionen för utbildningsvetenskap, Lunds universitet.

Total number of authors:
1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

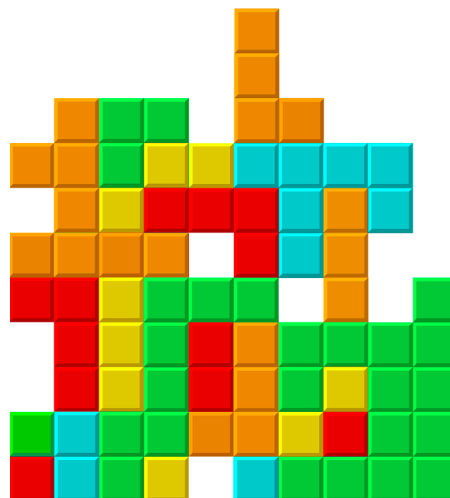
LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik

LÄRARES BESKRIVNINGAR
OCH HUR DERAS TPACK
PÅVERKAR UNDERVISNINGEN

Karin Ollinen



Att undervisa i de naturvetenskapliga ämnena i dagens skola innebär en stor mängd möjligheter och utmaningar. Inga snabba och enkla svar finns på frågan hur undervisning sker på bästa sätt när digitala verktyg finns att tillgå. Goda ämneskunskaper behöver kombineras med pedagogiska kunskaper samt kunskaper i användning av digitala verktyg. I studien används ramverket TPACK som står för "Technological Pedagogical Content Knowledge". Ramverket handlar om att lärarnas olika kompetenser behöver samverka och påverka varandra för att god undervisning ska ske.

Denna studie fokuserar på användningen av digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik. Fyra lärare på högstadiet intervjuas och följs när de genomför lektioner i de naturvetenskapliga ämnena. Även digitala rum som används i undervisningen studeras. Avhandlingen har ett ämnesdidaktiskt fokus, men även allmän-didaktiska och administrativa delar berörs.

Resultatet visar att lärarnas syfte med användningen av digitala verktygen ser olika ut. Detta påverkar diskussionerna kring lärarnas val av digitala verktyg och pedagogiska angreppssätt när ett ämnesinnehåll ska kommuniceras med eleverna. Förhoppningen är att denna avhandling ska bidra till att öka lärare och skolledares förståelse för vikten av att göra medvetna val när digitala verktyg används. Om medvetenheten är hög kring komplexiteten i framgångsrik undervisning med hjälp av digitala verktyg, kan fortbildning organiseras och anpassas på ett effektivt sätt. Ska potentialen i de digitala verktygen kunna nyttjas i större utsträckning inom den naturvetenskapliga undervisningspraktiken, finns det mycket som tyder på att det behövs ett större fokus på den ämnesdidaktiska användningen.



DIGITALA VERKTYG I EN NATURVETENSKAPLIG
UNDERVISNINGSPRAKTIK

Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik

Lärares beskrivningar och hur deras TPACK påverkar
undervisningen

Karin Ollinen



LUNDS
UNIVERSITET

LUND STUDIES IN EDUCATIONAL SCIENCES NR 8

Lund Studies in Educational Sciences kan beställas via Lunds universitet:

www.ht.lu.se/serie/lse

e-post: skriftserier@ht.lu.se

Copyright Karin Ollinen

Institutionen för utbildningsvetenskap
Humanistiska och teologiska fakulteterna

Lund Studies in Educational Sciences
ISBN 978-91-88899-65-1 (tryckt publikation)
ISBN 978-91-88899-66-8 (elektronisk publikation)
ISSN 2002-6323

Omslag: Johan Laserna
Sättning: Media-Tryck

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet, Lund 2019



Media-Tryck är ett svanenmärkt och
ISO 14001:2015-certifierat tryckeri.
Läs mer om vårt miljöarbete på
www.mediatryck.lu.se

MADE IN SWEDEN 

Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik

– lärares beskrivningar och hur deras
TPACK påverkar undervisningen

Karin Ollinen



LUND
UNIVERSITY

LICENTIATE DISSERTATION

by due permission of the Joint Faculties of Humanities and Theology,

Lund University, Sweden.

To be defended at LUX C 121. Date November 29, 2019 at 13-16.

Faculty opponent

Annika Lantz Andersson

Organization LUND UNIVERSITY Author(s) Karin Ollinen	Document name: Licentiate Dissertation	
	Date of issue 2019-11-29	
	Sponsoring organization This work was financially supported by the reserch school "Communicate Science in School" (CSIS) and the Swedish Reseaech Council (Dnr 2013-6848)	
Title and subtitle Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik – lärares beskrivningar och hur deras TPACK påverkar undervisningen		
Abstract Teaching in a contemporary digitized school, involves a great variety of opportunities, as well as challenges. The context of the teaching influences the opportunities and challenges in different aspects. In this case study, teachers' competences were studied using the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) framework, developed by Koehler, Shin and Mishra (2006). The framework states that an effective use of digital tools in education requires specific competences in different areas for teachers. This thesis uses a sociocultural perspective on learning and a hermeneutical approach. The overall aim is to increase knowledge and understanding of how teachers' choices and use of digital tools affect their teaching practice in natural science. The thesis presents findings from empirical data of four science teachers of pupils aged 14-15 at two Swedish schools. The teachers were selected at schools where the technological prerequisites to teach science using digital tools exist, and where the headmaster actively supports digital progress. In this case it means that each pupil and teacher has a personal computer and that the headmaster shows an interest in digital school development and improvement with the use of digital tools. Data was obtained from observations of lesson planning, transcripts from semi-structured interviews with teachers, field notes from observed science lessons and documented posts from digital fora connected to the classes. Observations focus on whether teachers' decisions are deliberate and conscious or whether they make the same choices regardless of subject content. The way the teachers organize and perform their work shows how they combine their different competences. The result indicates that their TPACK components work together to a different extent depending on the situation and context. It is important to understand with what aim teachers have chosen to use or not to use digital tools in different situations. First it must be made clear, what perspective and focus teachers had when the decision was made. Based on that, it is possible to discuss the choices and if the tools should perhaps have been used in another way. Teachers' awareness of what opportunities digital tools offer could be developed considerably. By being inspired by and learning from each other, teacher may become aware of how digital tools potentially can be used in their natural science teaching practice. Generalizing and claiming that using digital tools in schools are either good or bad is irrelevant and uninteresting. It is more relevant to look at the teachers' awareness and the choices they make when planning and performing a lesson.		
Key words: science education; reflection; teachers; digital tools; TPACK		
Classification system and/or index terms (if any)		
Supplementary bibliographical information		Language: Swedish
ISSN 2002-6323		ISBN 978-91-88899-65-1 (tryck) ISBN 978-91-88899-66-8 (digitalt)
Recipient's notes	Number of pages 140	Price
	Security classification	

I, the undersigned, being the copyright owner of the abstract of the above-mentioned dissertation, hereby grant to all reference sources permission to publish and disseminate the abstract of the above-mentioned dissertation.

Signature



Date 2019-10-23

FÖRORD

Jag tror året var 1993 och jag hade min första tjänst som klasslärare på mellanstadiet. Jag kan nog påstå att jag var ganska unik i min lärarroll. Jag tillhörde den andra kullen 1–7 Ma No lärare och i min väska hade jag en liten bärbar dator. Det innebar att jag hade en mindre mängd papper än de andra lärarna, eftersom jag gjorde en stor del av mina planeringar, arbetsuppgifter och uppföljningar direkt på den. På grund av min utbildning hade jag en fördjupad kunskap kring och ett större fokus på undervisning i de naturvetenskapliga ämnena än mina kollegor som var mellanstadielärare. En utmaning var hur jag skulle kunna genomföra undervisning i de naturvetenskapliga ämnen med tanke på den mer eller mindre obefintliga utrustning som fanns på skolan. I klassrummet fanns en helt ny dator som de 25 eleverna i klassen fick samsas om och använda i olika sammanhang. Det var då mina tankar startade kring hur digital teknik kan användas i skolan och vad användningen kommer att innebära.

Nästan 25 år senare fick jag förmånen att påbörja en forskarutbildning. Denna möjlighet fick jag tack vare en kommunlicentianttjänst på halvtid. Tack till Helsingborgs stad som gav mig denna chans! Nästan fem år har gått sedan utbildningen påbörjades. Att det är en utbildning har min man påmint mig om vid upprepade tillfällen när det har känts tungt och komplicerat. Janne, du har varit helt ovärderlig när orken har trutit och frustrationen varit hög. Tack för all hjälp och stöttning under arbetet. Som familj till en forskarstuderande får man utstå en hel del. Skrivkramp, deadline, aldrig riktigt ledig, och frustration över att man inte får ihop saker och ting innebär påfrestningar på humöret. Tack mina fantastiska söner Jesper och Petter för att ni stått ut med mig och mitt skrivande.

Stort tack till min handledare Pernilla Nilsson som med sin gedigna kunskap och sitt stora hjärta alltid försökt att stötta och stödja i med- och motgångar. Tack Roger Johansson både i din roll som biträdande handledare och som föreståndare för forskarskolan. Som en del av forskarskolan CCiS har det alltid funnits stöd att få på olika sätt. Tack alla ni licentiander som varit en del av forskarskolan för givande samtal och stöd under åren. Djupgående diskussioner i teorier har blandats med skratt kring livets möjligheter. Att förflytta sig från att vara mer av en generalist till en specialist på ett visst område har inte gjorts utan vånda. Tack Eva Davidsson,

koordinator för forskarskolan för stöttning på olika sätt, inte minst när datumet för framläggning närmade sig och det fanns ett extra behov av stöd i olika former. Mats Lundström, tack för att du ställde upp med kort varsel på sluttampen och gav mig värdefull input. Eva Svensson, hos dig har jag alltid fått stöd i form av värmande ord och inte minst stöd i det engelska och svenska språket där jag ibland gått vilse. Tack du lärare som ställde upp och var en del av min forskning. Du hade mycket att göra under vårterminen 2016, men det fanns alltid tid för mig och mina behov som forskare.

Under åren som licentiat har jag haft flera arbetsplatser med härliga kollegor. Tack till institutionen för utbildningsvetenskap på Lunds Universitet och alla medarbetare där. Allt ifrån en pratstund på tåget, en fikapaus med goda råd samt djupare diskussioner under en kurs är delar som behövs i livet som forskarstuderande. I Helsingborg har jag under åren haft ett par olika arbetsplatser med arbetskamrater som stöttat mig på olika sätt. De två senaste åren på Pedagogiskt center. Tack till er alla! Under hösten 2019 påbörjade jag en ny tjänst i Malmö stad där jag får möjlighet att använda mig av mina nya kunskaper från forskarutbildningen, men även tidigare erfarenheter från arbetslivet. Jag ser fram emot att framöver få fördjupa samarbetet med kollegor på Pedagogisk inspiration samt andra medarbetare i Malmö stad. Det är samma arbetsplats som jag lämnade jag för drygt 10 år sedan för att börja arbeta i Helsingborgs stad. Där skapades grunden till mycket av min förståelse kring potentialen i digitala verktyg, så på sätt och vis är cirkeln sluten.

Stort tack även till dig som hjälpt och stöttat mig under de här åren och därmed är en del av det hela trots att jag inte nämnt dig vid namn.

Karin Ollinen, oktober 2019

INNEHÅLL

FÖRORD	5	
1	INLEDNING	11
1.1	Användning av ord och begrepp	14
1.2	Syfte	16
1.3	Forskningsfrågor	16
1.4	Avgränsningar	17
1.5	Avhandlingens disposition	17
2	BAKGRUND OCH TIDIGARE FORSKNING	19
2.1	Framväxten av en digitaliserad skola	19
2.2	Förändringar i styrdokumentet	23
2.3	Innehåll i den naturvetenskapliga undervisningen	25
2.4	Naturvetenskaplig undervisning med hjälp av digitala verktyg	27
2.5	Digitala verktyg förändrar arbetssätt	30
2.6	Utveckling av lärares kompetenser	33
3	TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER OCH CENTRALA BEGREPP	35
3.1	Sociokulturellt perspektiv	35
3.2	Hermeneutiskt ansats	37
3.3	TPACK som metodologiskt ramverk	38
3.4	Forskning kring TPACK	41
3.4.1	Utveckling av TPACK	42
3.4.2	GATI för att utveckla TPACK	43
3.4.3	TPACK för att utveckla lärares kompetenser	44
3.5	TPACK i denna studie	45

4	METOD	47
4.1	Studiens design	47
4.1.1	Fallstudier	48
4.1.2	Semistrukturerade intervjuer	48
4.1.3	Observationer	49
4.1.4	Filminspelning och ljudupptagning	51
4.2	Urval	52
4.2.1	Deltagarnas roller	53
4.3	Datainsamling	53
4.3.1	Observationer av planeringstillfällen	55
4.3.2	Observationer vid undervisningstillfällen	55
4.3.3	Uppföljande intervjuer	56
4.3.4	Bearbetning av insamlade data	56
4.3.5	Triangulering av data	57
4.4	Studiens trovärdighet	57
4.4.1	Trovärdighet utifrån urvalet	58
4.4.2	Trovärdigheten vid intervjuer	58
4.4.3	Objektivitet vid observationer och intervjuer	59
4.5	Etiska ställningstaganden	60
4.6	Analysprocessen	61
4.6.1	Kategorisering av transkriberade data	63
4.6.2	Dimensionen fokus och perspektiv på transkriberade data	64
4.6.3	TPACK på kategoriserade data	66
5	RESULTATREDOVISNING	69
5.1	Kategorisering av resultat	70
5.1.1	Kategori A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	71
5.1.2	Kategori B: Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	77
5.1.3	Kategori C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling	83
5.2	Tolkning med hjälp av ramverket TPACK	89
5.2.1	Lärarnas TPACK när ämnesinnehåll kommuniceras	90
5.2.2	Lärarnas TPACK när ämnesinnehåll visualiseras	93
5.2.3	Lärarnas TPACK vid kollaboration och återkoppling	95
5.2.4	Sammanfattning av TPACK utifrån kategorierna	98
5.2.5	TPACK i relation till lärarnas fokus och perspektiv	98

6	DISKUSSION	103
6.1	Använda digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik	103
6.1.1	Fokus på lärares ämneskunskap	104
6.1.2	Fokus på lärares pedagogiska kunskap	105
6.1.3	Fokus på lärares teknologiska kunskap	108
6.2	Fortsatt utveckling av TPACK	110
6.2.1	TPACK i studien	110
6.2.2	GATI för att utveckla lärares TPACK	110
6.3	Implikationer	111
6.4	Avslutningsvis	112
7	ENGLISH SUMMARY	115
7.1	Introduction	115
7.2	Theoretical framework	115
7.3	Aim and research questions	116
7.4	Methodology	116
7.5	Results	117
7.6	Discussions and implications	117
8	REFERENSER	118
9	BILAGOR	135

1 INLEDNING

Dagens skola är en del av ett allt mer digitaliserat samhälle. Digitaliseringen innebär ett paradigmskifte där beteenden, strukturer och processer förändras i grunden. Tillgången till och användningen av teknik och digitala verktyg påverkar undervisningen utifrån både ett pedagogiskt och administrativt perspektiv. I samhällsdebatten förs återkommande diskussioner kring skolans resultat i förhållande till digitalisering och anpassning till dagens samhälle. Politiska och ideologiska diskussioner blandas i många fall med resultat från befintlig forskning. Denna debatt är till stor del starkt polariserad. Nilsen (2018) beskriver debatten utifrån farhågor och förhoppningar och diskuterar digitala verktyg som risk och som möjlighet (benämns teknologi i Nilsens avhandling). Detta är inte något nytt. Barns användning av ny teknologi har sedan tidigare ofta resulterat i moral- och mediepanik (Nilsen 2018). Samhällsdebatten visar på behovet av att lyfta vad som sker i klassrummen och hur digitala verktyg kan användas i undervisningspraktiken. Digitala verktyg behöver studeras i sitt sammanhang och hur de kan användas för att främja elevers lärande. Det behövs också göras en analys av de fallgropar som finns och vad som går att lära av dessa. Diskussionerna och därmed moral- och mediepaniken utgår ofta ifrån skärmtid och farhågor om den, samt privata erfarenheter av digital teknik som på intet sätt behöver ha att göra med hur de kan användas i ett undervisningssammanhang.

När denna studie påbörjades låg ett starkt fokus i samhällsdebatten på resultaten av OECD:s undersökningar PISA och TIMSS. I OECD:s rapport ”Students, Computers and Learning” från 2015 (OECD, 2016) dras slutsatsen att studenter når högre PISA-resultat inom ämnet matematik om datorer inte används i matematikundervisningen. Samtidigt hävdas att tekniken kan förstärka bra undervisning, men bra teknik kan inte ersätta dålig undervisning. OECD-rapporten visar att kopplingen mellan studenter, datorer och lärande är komplicerad. Det handlar om lärares och rektors förmåga att förstå sambandet mellan elevers lärande och digitala verktyg samt en hög medvetenhet kring användningen. Relevansen av undersökningarna TIMSS och PISA har ifrågasatts med utgångspunkt i den svenska läroplanen i de naturvetenskapliga ämnena (Frändberg & Hagman, 2017). I PISA ingår inte heller kunskaper i ämnet engelska. Om så skulle vara fallet vore det intressant att se hur dessa kunskaper korrelerar med internetanvändningen.

I Sverige har ett antal nationella satsningar gjorts för att öka användningen och kompetensen kring digitala verktyg i undervisningen. KK-stiftelsens Fyrornsprojekt pågick under 1990-talet (Jedeskog, 2005). 1999 startade ITiS (Jedeskog, 2005) och 2006 påbörjade Myndigheten för skolutveckling sin satsning PIM (Praktisk it- och mediekompetens). Vissa av satsningarna hade ett stort fokus på att få lärarna att använda datorer i det pedagogiska arbetet, medan andra var mer fokuserade på att lärarna skulle behärska den praktiska användningen. Ett flertal länder investerade i början av 2000-talet i en stor mängd datorer till sina skolor. Det var början på de så kallade 1 till 1 satsningarna som innebär ett personligt digitalt verktyg till eleverna. I skriften *Digitaliseringen av skolan* (Hylén, 2010) lyfter Hylén fram fyra skäl till att datorer ska finnas i skolan: a) samhällsekonomiska, b) likvärdighetsperspektivet, c) höja effektiviteten i lärandet d) it som en katalysator. Denna bild visar på både pedagogiska och samhälleliga perspektiv. I maj 2017 beslutades om en digitaliseringsstrategi för Sverige (Näringsdepartementet, 2017). Strategins övergripande mål är att Sverige ska vara bäst i världen på att använda digitaliseringens möjligheter. 2017 beslutade Utbildningsdepartementet om en digitaliseringsstrategi för skolväsendet (Utbildningsdepartementet, 2017) samt en revidering av läroplanerna.

Denna studie utgår från en naturvetenskaplig undervisningspraktik och hur de naturvetenskapliga ämnena kommuniceras till eleverna. I och med revideringen av den svenska läroplanen i grundskolan som började gälla höstterminen 2018 fick användandet av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningen en stärkt position. Hur digitala verktyg kan användas som en ämnesdidaktisk möjliggörare i dessa ämnen utifrån centralt innehåll samt kunskapsmål i läroplanen är långt ifrån en självklarhet för de flesta lärare. I studien används ramverket TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*). Ramverket används vid analysen av studiens data samt vid de efterföljande diskussionerna. Resonemang förs kring hur och till vad lärarna använder digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken i förhållande till kompetenserna de besitter. I ramverket spelar även den kontext som undervisningen sker inom en viktig roll, vilket lyfts som en parameter vid en mängd tillfällen i avhandlingen. TPACK togs fram 2006 av Mishra och Koehler och har sitt ursprung i Shulmans ramverk PCK (Mishra & Koehler, 2006). Dessa forskare ansåg att hur och i vilket sammanhang digitala verktyg (de benämner det teknologi) används av lärare är en så pass viktig del i undervisningens utformning att det ursprungliga ramverket PCK behövde utvecklas så att även användningen av digitala verktyg fick en mer framträdande roll.

Sjödén (2015) menar att digitala verktyg i form av exempelvis läromedel och appar (software), ofta inte är utvecklade på ett optimalt sätt för att främja lärandet, vilket försvårar lärares arbete. Vissa lärare intar ett avvaktande förhållningssätt, medan andra använder verktygen som finns till hands och reflekterar över de pedagogiska möjligheterna i olika omfattning. Att endast ta del av vad lärarna gör och ignorera varför, gör det svårt att skilja på å ena sidan lärares aktiva beslut att inte använda

digitala verktyg, å andra sidan brist på kompetens (Forssell, 2012). Hur kan lärare använda sin pedagogiska kunskap och hur utnyttjar de sin pedagogiska verktygslåda i samklang med de digitala verktygen? Hur påverkas valet av ämnesinnehåll? Lärarkompetens innebär att lärare måste ha kunskap inom dessa områden. Att dessa kunskaper samverkar och påverkar varandra när god undervisning sker är centralt i avhandlingen. Studier visar att när digitala verktyg införs i skolan så sker ingen förändring per automatik vare sig i det pedagogiska upplägget eller när det gäller ökad måluppfyllelse (Grönlund, 2014; Tallvid, 2015; Spiteri, & Chang Rundgren, 2018). Därför finns behov av forskning om hur verktygens potential används och hur lärare resonerar kring sitt användande. Lärares användning av verktygen och dess påverkan på undervisningen behöver sättas i ett ämnesdidaktiskt sammanhang. I denna studie görs det utifrån undervisning i de naturvetenskapliga ämnena. Att kommunicera naturvetenskap i klassrummet med hjälp av digitala verktyg skapar förutsättningar för kommunikation och lärande som tidigare inte funnits. Naturvetenskap innehåller ofta fenomen som är komplexa och svåra för lärare att visualisera, men det finns en potential i de digitala verktygen för att underlätta det arbetet (Hsu, 2015). Därför kan det vara särskilt relevant att stimulera lärare inom dessa ämnen att använda den ämnesdidaktiska potentialen i dessa verktyg. Lärare som undervisar i de naturvetenskapliga ämnena i svensk skola har hittills tillhört den kategori lärare som använt digitala verktyg i undervisningen i lägst grad, vilket gör det synnerligen intressant att studera denna kategori (Skolverket, 2016).

Ur ett naturvetenskapligt perspektiv behöver medborgare ha viss kunskap för att kunna ta beslut ur gällande miljön ur ett hållbarhetsperspektiv. Digital kompetens anses vara en demokratifråga (Utbildningsdepartementet, 2017) och som samhällsmedborgare behövs kompetens inom dessa områden för att agera ansvarstagande medborgare. Grundskolan har ett ansvar att även förbereda elever så att de får kunskaper om och intresse av att läsa vidare inom naturvetenskaplig utbildning på gymnasiet och därefter eftergymnasiala utbildningar inom området. För att detta ska ske behövs både intresse och kunskaper. Att elevers intresse för naturvetenskaplig undervisning sjunker när de når högstadiet finns det flera studier över tid som visar (Lindahl, 2003; Schreiner, & Sjøberg, 2007; DeWitt, Archer, & Osborne, 2014). Även om eleverna är positiva till naturvetenskap i sig, så anser många att det inte passar dem att välja utbildningar och arbete inom dessa områden i framtiden (DeWitt et al., 2014).

Vad som händer i klassrummet och hur lärarnas tankar om sin undervisning uttrycks, är intressant. Avgörande för om en fortbildningsinsats är effektiv, är upplägget, innehållet, uppföljningen samt analysen av resultatet. Som forskare har jag fått möjlighet att fördjupa mig i lärares användning av digitala verktyg och därmed fått nya perspektiv. Under åren har jag träffat lärare som med stor entusiasm provat nya digitala arbetssätt och direkt sett möjligheter med dem. Andra har varit synnerligen skeptiska till mer eller mindre alla digitala möjligheter. I skolan finns dessa och spannet däremellan. Entusiasterna kan många gånger generalisera och

översätta det någon gjort till en annan kontext (åldersgrupp, ämne, omgivning), medan andra behöver se det konkret i ett känt sammanhang. Ämnesdidaktiken har en viktig roll för att digitala verktyg ska användas på ett sätt som ger ett mervärde i undervisningen. Därför känns det extra intressant att i denna studie få kombinera ämnesdidaktik i de naturvetenskapliga ämnena med användning av digitala verktyg.

1.1 Användning av ord och begrepp

Inom området som numera oftast benämns digitalisering förekommer en rad begrepp. En del av dessa har under åren bytts ut mot andra. Det innebär att mångfalden av begrepp är stor i denna avhandling eftersom det refereras till både nutid och sådant som utspelat sig under åren. För att tydliggöra hur begreppen används och ska tolkas i denna avhandling så följer här en begreppslista.

1 till 1

En till en, 1:1, 1 till 1, är olika sätt att benämna samma sak. Begreppet används för att beskriva när alla elever får tillgång till en personlig dator, platta eller liknande digitalt verktyg. Här används begreppet 1 till 1.

Digitala verktyg

Digitala verktyg används som ett samlingsnamn. Det kan handla om hårdvara (datorer, plattor, interaktiva skrivtavlor), mjukvara (program, appar, system) och resurser som finns på nätet. Begreppet digitala verktyg används även av Skolverket och definieras på liknande sätt. IT, IKT och teknik har i många fall samma betydelse. Om det inte finns speciella skäl så används i denna avhandling samlingsnamnet digitala verktyg även om det refereras till studier där ibland andra begrepp används. När det finns behov av att tydliggöra vilken typ av digitalt verktyg det handlar om så görs det.

Flipped classroom och Flipped learning

På svenska översätts dessa begrepp med Flippad undervisning och Flippat lärande. I denna avhandling används definitionen från det amerikanska nätverket "Flipped learning Network". Begreppen används ofta av lärare, samt även i viss litteratur på ett diffust sätt. Det är skälet till att de definieras mer ingående i litteraturgenomgången.

G Suite

Google erbjuder en rad tjänster till privatpersoner, skolor och företag. G Suite är samlingsnamnet på Googles samling av produktivitetens verktyg som används av skolor runt omkring i världen. G Suite innehåller lagringsmöjligheter samt en rad olika tjänster och resurser. Fokus är att underlätta samarbete mellan användarna. De flesta av tjänsterna kan även privatpersoner få tillgång till, men det finns delar som är utvecklade för skolbruk. Ett exempel som är återkommande i avhandlingen är Google Classroom som erbjuder en samarbetsyta mellan lärare och elever där lärare delar med sig av material samt kommunicerar med eleverna. Tidigare benämndes dessa samlade tjänster GAFE (Google Apps for Education).

IT, IKT eller ICT

IKT är en skolanpassad version av IT (informationsteknik). K:et står för kommunikation och uppkom eftersom det ansågs finnas behov av att lyfta fram kommunikation i högre grad i begreppet IT. På engelska heter det ICT vilket står för "Information and Communications Technology" och där är kommunikationsbegreppet tydligare från början. K:et har varit omdiskuterat eftersom många menar att kommunikation numera tveklöst ingår i IT. IKT används dock fortfarande, men ersätts alltmer av begreppet digitalisering. I denna avhandling används IT och IKT främst vid citat då det upplevs att just dessa begrepp är viktiga. Annars används digitala verktyg.

Molntjänster

Tack vare internet kan lagring och tillgång till system och tjänster numera finnas i vad som brukar kallas molnet. En molntjänst är en lagringsyta som ofta är tillgänglig från flertalet platser. Till denna kopplas ofta appar och tjänster som då kan göra att man inte behöver ha lokalt installerade program, lokalt lagrade data eller en specifik enhet för att använda dessa. Att använda molntjänster ger oss fördelar som utökade möjligheter till samarbete digitalt, där det är enkelt att dela med sig av sitt material och man har tillgång till tjänsterna oberoende av tid och plats. Tidigare fanns en stor del av dessa funktioner lokalt på respektive dator.

Plattformer

Plattformer är en gemensam samlingsplats där tjänster, resurser och människor kan samlas. I denna avhandling beskrivs några olika digitala plattformer som används i undervisningen. En del av dem är skapade med ett undervisningsperspektiv och benämns ofta som lärplattformar. Det finns även plattformer som används i undervisningen men inte är skapade med det syftet. Ett exempel på detta är sociala plattformer som till exempel Facebook.

System och resurser

System och resurser är en del av begreppet digitala verktyg. Ett system är en samling av olika komponenter och/eller element som samverkar till en helhet. Ett system är något övergripande medan en resurs är en detalj som kan vara en del av ett system. I avhandlingen används dessa mer specifika begrepp i sammanhang då typen av digitala verktyg behöver preciseras. Ett system är en samling av olika komponenter och/eller element som samverkar till en helhet.

1.2 Syfte

För lärare i svensk grundskola finns en läroplan att följa, med centralt innehåll och kunskapskrav att arbeta utifrån. Samtidigt finns ett pedagogiskt friutrymme som handlar om hur läraren lägger upp arbetet med eleverna och beslutar vilka verktyg och metoder som ska användas. Ett övergripande syfte med studien är att skapa en ökad kunskap om och förståelse för hur lärares val och användning av digitala verktyg påverkar den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Att digitala verktyg används säger något om lärarnas tekniska kunskap, men inget om verktygens möjligheter och lämplighet i sammanhanget. Ramverket TPACK används för att visa hur lärares olika kunskapsområden och kompetenser påverkar varandra och samverkar när de planerar och genomför sin undervisning. Den ämnesdidaktiska kontexten spelar en viktig roll, där läraren med hänsyn till undervisningsgruppen, ämnesinnehållet och kursplanerna, planerar sin undervisning och eventuellt väljer att nyttja digitala verktyg. De digitala verktygens möjligheter och lärares förmåga att med hjälp av verktygen bidra till elevers ökade förståelse av det specifika kunskapsinnehållet är i fokus. Skolledare och huvudmän behöver ha förståelse för hur dessa delar är sammankopplade för att genomföra satsningar som bidrar till goda resultat ur ett skolutvecklingsperspektiv.

Studiens utgångspunkt är det svenska skolsystemet, men relevant internationell forskning lyfts in för att ge ett internationellt perspektiv.

1.3 Forskningsfrågor

Forskningsfrågorna som är kopplade till studiens syfte är:

- *Hur beskriver lärare sina upplevelser av att använda digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken?*
- *Vilka komponenter av TPACK kan identifieras i lärares handlingar och samtal kring hur digitala verktyg används i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken?*

1.4 Avgränsningar

Användningen av digitala verktyg kan vara ett stöd för lärare både i det pedagogiska och det administrativa arbete som ingår i att vara lärare. Denna studie har ett ämnesdidaktiskt fokus, men även allmäntdidaktiska samt administrativa delar som framkommer vid lärarnas beskrivningar av sin undervisningspraktik berörs. Tekniska problem som påverkar undervisningen tas upp när de har framkommit vid intervjuer eller observerats under klassrumsbesök men djupare analyser görs inte. I studien görs heller inte någon bedömning av de enskilda lärarnas kunskaper i ämne, pedagogik och teknik. Det intressanta är om och hur dessa tre kunskapsområden påverkar varandra i olika situationer. I studien analyseras lärares upplevelser, medvetna användning och användningen av potentialen av de digitala verktygen i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. I materialet finns inte något uppmätt utgångsvärde att göra jämförelser med, vilket innebär att uppmätta effekter av användning av digitala verktyg inte anges i denna studie. Jämförelser förekommer i resultat- och diskussionskapitlet, men då handlar det om lärarnas upplevelser av en förflyttning som inte bygger på några uppmätta tal. Studien försöker således inte att komma fram till om användningen av digitala verktyg i skolan är bra eller inte och inte heller om och i så fall vilken mätbar effekt de ger.

1.5 Avhandlingens disposition

Avhandlingen inleds med en bakgrund, vars syfte är att sätta avhandlingen i en kontext där sammanhanget som omgärdar studiens problemområde, syfte och frågeställningar belyses. Det andra kapitlet består av en litteraturgenomgång som är uppdelad utifrån studiens frågeställningar. Det innebär fokus på två delvis olika forskningsområden: naturvetenskapens didaktik och skolans digitalisering. Specifik forskning inom de respektive områdena är relevant att anknyta till, men även forskning som berör bådadera. I kapitel tre behandlas studiens teoretiska inramning och forskning anknuten till det. Sedan följer ett metodkapitel där en beskrivning görs av studiens upplägg och genomförande. Kapitlet innehåller även redogörelser för de metoder som använts för att samla in det empiriska materialet och tillvägagångssätt vid analysarbetet. Det följande resultatkapitlet är uppdelat i två olika delar som till viss del går att ta del av separat om du som läsare har specifika intresseområden. I det avslutande diskussionskapitlet diskuteras resultatet i relation till tidigare forskning. Diskussionskapitlet avslutas med fem punkter med syfte att ge konkreta exempel på komponenter som behöver tas hänsyn till för att en fortsatt utveckling av användningen av digitala verktyg i undervisningspraktiken ska ske.

2 BAKGRUND OCH TIDIGARE FORSKNING

I detta kapitel görs inledningsvis en tillbakablick på digitaliseringens framväxt i samhället och skolan. Därefter följer en beskrivning av naturvetenskaplig undervisning och hur digitala verktyg kan användas främst ur ett ämnesdidaktiskt perspektiv. Kapitlet avslutas med möjligheter och utmaningar med digitala verktyg och hur lärarnas kunskaper, kompetenser och inställning påverkar undervisningen.

2.1 Framväxten av en digitaliserad skola

Utvecklingen av västvärldens utbildningssystem har präglats av kunskapssamhällets framväxt. Industrialiseringen förändrade samhället och medförde att kunskapskraven ökade. Införandet av den svenska folkskolan i Sverige, blev ett svar på det ökade kunskapsbehovet samt banade väg för samhällets demokratisering (Florin, 2010). Man brukar säga att skolan är en spegling av samhället, och när samhället och dess behov förändras så gör även skolan det. Hur det digitala samhället och dess behov av kompetens framöver kommer att styra skolans utveckling får framtiden utvisa.

I mitten av 70-talet förutspådde Seymore Papert, professor i matematik, att datorer skulle ha en enorm påverkan på utbildning och att det nu var hög tid att planera för framtiden som redan var här (Papert, 1976). I början av 1980-talet utvecklade han programmeringsspråket LOGO tillsammans med kollegor på MIT och ansåg redan då att programmering skulle införas för alla i skolan (Papert, 1984). Det ifrågasattes om denna typ av programmering på ett positivt sätt kunde påverka förmågan till problemlösning. Inga positiva effekter kunde påvisas (Pedersen, 1998). I Englands läroplan finns sedan några år tillbaka ämnet "computing" där programmering ingår (UK Department for Education, 2013). Vid revideringen av de svenska läroplanerna för grund- och gymnasieskolan 2017 lyftes programmering på ett tydligare sätt in i flera av kursplanerna. (Regeringsuppdrag, U2015/04666/S). Paperts tankar på 1980-talet om varför eleverna skulle programmera och dagens tankar kring varför programmering bör ingå i undervisningen har vissa likheter.

På 1990-talet genomfördes en svensk utredning som visade på teknikens utvecklande kraft och människan som den stora bromsklossen (Betänkande av IT-kommissionen, 1994). Redan på 1960-talet fanns tankar om att datorn var ett bra redskap för drillövningar och på 1970-talet förekom begreppen elevaktivt arbetssätt och möjligheter till individualisering inom detta område (Hylén, 2010). Scenarier där elever i framtiden kommer att ha den största delen av sin skoltid i hemmet skrev forskare om på 1980-talet (Pedersen, 1998). År 1984 introducerades datalära i den svenska skolan. De pedagogiska möjligheterna med datorn berördes, men i praktiken handla det mestadels om kunskap om tekniken (Emanuel, 2008).

När satsningen ITiS (Informationsteknologi i Skolan) på uppdrag av regeringen genomfördes 1999–2002, så var det den hittills största satsningen på kompetensutveckling i svensk skola utifrån både antalet deltagare och ur ett ekonomiskt perspektiv (Tebelius, Aderklou, & Fritzdorf, 2003). Fokus var på ämnesintegrering, IT som ett instrument, lärande tillsammans i arbetslaget och tillsammans med elever (Chiab, Chiab, & Ludvigsson, 2004). I utvärderingen ”Leva med ITiS” (2004) finns ett teoretiskt avstamp där det socialkonstruktivistiska perspektivet lyfts fram. Om det långsiktiga resultatet skulle bli framgångsrikt eller intetsägande berodde enligt utvärderarna helt på hur resultatet skulle fångas upp och tas tillvara.

Myndigheten för skolutveckling fick 2005 uppdraget att forma, planera och följa satsningen på PIM, raktisk IT- och mediekompetens (Dhahir & Estrella, 2013). Uppdraget var allmänt formulerat och det var upp till de som tilldelats uppdraget att utforma det. Resultatet blev ett självstudiematerial med online-tester och ett upplägg med examinatorer. PIM byggde på att lärare skulle få testa och genomföra uppgifter med hjälp av datorer och uppmaningen var att de skulle integrera det i sin undervisning. Efter det genomförde Skolverket tillsammans med Regionalt utvecklingscentrum vid Göteborgs universitet en utveckling av PIM som kallades PIMlab och som hade till syfte att lärare skulle utveckla sin ämnesundervisning med stöd av IT. Det blev aldrig mer än ett pilotprojekt och Skolverket avvecklade det 2012. Många kommuner har själva valt att utvärdera resultatet av PIM, men tyvärr saknas utvärderingar som är kopplade till forskning.

År 2015 fick Skolverket i uppdrag av regeringen (U2015/04666/S) att föreslå en nationell digitaliseringsstrategi för skolväsendet. I uppdraget ingick även förslag på stödinsatser för att öka likvärdigheten, höja den digitala kompetensen samt ta tillvara digitaliseringens möjligheter vid utveckling av undervisningen. 2017 beslutades om denna digitaliseringsstrategi för skolväsendet som kom att spänna över alla skolformer (Utbildningsdepartementet, 2017). Samma år beslutades om revidering av grund- och gymnasieskolans läroplaner, där digital kompetens, programmering och digitaliseringens möjligheter fick ett större utrymme. Dessa förändringar började gälla från och med höstterminen 2018. I samband med detta skapade Skolverket också stödinsatser i form av webbresurser som skulle hjälpa kommuner att genomföra dessa förändringar. Inget ytterligare stöd i form av utbildning eller ekonomiskt stöd gavs till

kommuner och övriga huvudmän i detta förändringsarbete. Det skiljer sig åt i jämförelse med både ITiS och PIM, där det fanns ett stöd i form av både ekonomi och personer som verksamheterna kunde få stöd av.

I början av 2000-talet började begreppet ”1 till 1” användas i och med satsningar som gjordes på personliga datorer till elever. Studier som genomförts på dessa tidiga satsningar var mestadels deskriptiva och fokuserade främst på implementeringen (Lei, & Zhao, 2008). Få empiriska studier som undersökte resultatet av satsningarna genomfördes (Bebell, & O’Dwyer, 2010). Vissa studier hade karaktären av beställda rapporter, utan belägg från forskningen. Lemke och Martin producerade exempelvis en rad sådana på uppdrag av ett antal amerikanska delstater (exempelvis Lemke, & Martin, 2003; Lemke, & Martin, 2004). Beställarna ville få en överblick över hur ”1 till 1” initiativen startat och få en översikt över om investeringarna varit värda sina pengar (Lei, & Zhao, 2008). Ur studierna går att utläsa att datorer innebär stora möjligheter, men att det också finns frågetecken och problem att ta hänsyn till. Det handlade främst om oro kring disciplin, samt rädsla för beroende av informationsteknologi. En internationell metastudie från 2016 som består av 145 publikationer visar på både positiva och negativa resultat när 1 till 1 införts (Islam, & Grönlund, 2016). Metastudien visar att det är framgångsrik pedagogik som kan garantera förbättrade resultat, samt att ett starkt ledarskap krävs för att bidra till att sprida god pedagogik och avveckla dåliga vanor. Det finns även tecken som tyder på att i vissa fall har fokus hamnat mer på färdigheter än på kunskapsbildning när datorer införts i undervisningen. Fleischer (2013) ger som exempel den omtalade SAMR-modellen som har sin bakgrund i ”1 till 1” satsningar och som det inte finns någon forskning bakom. SAMR-modellen fokuserar enligt Fleischer (2013) på färdigheter utifrån erfarenheter och företeelser av praktisk karaktär, medan kunskapsutvecklingen har fått stå tillbaka. Det finns också forskning som hävdar att avsaknad av kontext i SAMR-modellen innebär en fokusering på teknik istället för bra undervisning (Hamilton, Rosenberg, & Akcaoglu, 2016).

I projektet Unos uno som pågick 2011–2013, deltog 11 svenska huvudmän i det hittills största forskningsprojektet på svenska skolor kring ”1 till 1”. Grönlund (2014) som ansvarade för studien poängterar att införandet av datorer i skolan måste ses som ett skolutvecklingsprojekt om resultaten ska bli gynnsamma och inte som ett teknikprojekt, vilket ofta skett. Interaktiva skrivtavlor är ett exempel på digital teknik som köpts in och där fokus emellanåt hamnat på tekniken istället för de pedagogiska och ämnesdidaktiska möjligheterna (Slay, Siebörger, & Hodgkinson-Williams, 2008). Grönlund (2014) menar fortsättningsvis att förändringsarbetet måste pågå över tid och att ledarskapet är viktigt. Det handlar inte bara om ledarskap på rektorsnivå, utan även om ett aktivt ledarskap på kommunal och politisk nivå för att nå framgång. Olofsson, Lindberg, Fransson och Hauge (2015) visar i sin metastudie kring 1 till 1, att samspelet mellan politik, strategiskt ledarskap, lärare och elever ofta är komplicerat eftersom förväntningarna på införandet av digitala verktyg i skolan ser så olika ut. De menar att det måste ske forskning som undersöker en djupare användning av digitala

verktyg och hur de kan användas utifrån lärande och undervisning. Fortsättningsvis menar de att det finns en stor mängd forskning, men den är fragmenterad och komplicerad att dra slutsatser av. Även Fleischers (2012) metastudie som bygger på empiriska studier från 2005 till 2010 visade på behovet av att studera förutsättningar vid kunskapsbildning närmare när 1 till 1 införs. Inom didaktisk forskning ligger fokus på hur och på vilket sätt verktygen används, vilket inte alltid är fallet inom andra ämnesområden. Fleischer (2013) menar att forskning inom utbildningsvetenskap inte heller alltid tagit hänsyn till kontextuella förhållanden när slutsatser dragits av effekter av användning av digitala verktyg. Det kan ha lett till slutsatser som inte är relevanta. En metastudie av Sung, Chang och Liu (2016) visar att effekten på lärande kan påverkas positivt när digitala verktyg används, men det finns en stor utvecklingspotential i användningen och i verktygen. Positiva effekter av undervisning med hjälp av digitala verktyg i matematikundervisningen visas av Cabus, Haelerman och Franken (2017), medan annan forskning menar att det är den lärarledda elevaktiviteten som gör skillnaden (Thorvaldsen, Vavik, & Salomonsson, 2012). Samtidigt finns det forskning som visar att resultaten sjunker när digitala verktyg införs (Grönlund, 2014). Å andra sidan visar Genlott och Grönlunds studie (2016), att medveten användning av digitala verktyg i det pedagogiska arbetet ger ökade resultat. Studien handlar om att skriva sig till lärande där forskning kring lärande använts. Elever i årskurs 3 som undervisats med hjälp av digitala verktyg på ett strukturerat och medvetet sätt från skolstart, når signifikant bättre resultat på nationella prov i svenska och matematik.

En del av den aktuella forskningen kring digitala verktyg i Sverige, har under de senaste åren koncentrerats till att fördjupa sig i om just 1 till 1 är effektivt. Utvärderingar med olika tydlig forskningsanknytning har gjorts på en rad kommuners satsningar. Flera av dem har haft fokus på specifika verktyg som exempelvis lärplattans möjligheter (Bergström, Mårell-Olsson, & Jahnke, 2017; Kjällander, 2011). Bergström et al. (2017) visar i sin studie, som omfattar 23 klassrum med 1 till 1 med lärplattor, att det är en stor utmaning för många lärare när teknik införs och att utmaningen måste tas på allvar. Tallvid skrev 2015 i sin avhandling ”1:1 i klassrummet - analyser av en pedagogisk praktik i förändring”:

Frågan om skolor, lärare och elever ska utrustas med digital teknologi har på kort tid förvandlats från en i högsta grad kontroversiell och omdebatterad fråga till en fråga om vilket det råder politisk konsensus. Diskussionen gäller inte längre huruvida skolan ska digitaliseras, utan på vilka sätt teknologin ska användas. (sid. 19)

I och med den nationella digitaliseringsstrategin för skolväsendet (Utbildningsdepartementet, 2017) så har det blivit ännu tydligare att så är fallet. Framtida forskning behövs kring teknikens potential samt forskning och erfarenheter för att undvika fallgropar (Spante, & Sofkova 2016). Att tillgång till digitala verktyg behövs går inte att bortse från om de digitala möjligheterna ska användas. Trots alla 1 till

Isatsningar i Sverige, så gäller tillgången fortfarande inte alla elever. Skolverket följer vart tredje år upp IT användning och IT-kompetens i skolverksamheterna (från förskolan till vuxenutbildningen). Den senaste uppföljningen är från 2018 (Skolverket, 2019) och utgår från den nationella digitaliseringsstrategin. Undersökningen visar att så gott som alla elever på högstadiet och gymnasiet nu har tillgång till någon typ av digitalt verktyg i undervisningen. Det är en ökning sedan undersökningen 2015. Sju av tio elever uppger att de använder dator, datorplatta eller smarttelefon på alla eller de flesta lektioner i svenska. I de samhällsorienterande ämnena är det drygt sex av tio och i de naturvetenskapliga är det knappt hälften som använder digitala verktyg på alla eller de flesta lektionerna. Användningen inom matematikämnet skiljer sig åt, då knappt en av fem elever använder digitala verktyg frekvent, vilket är liknande siffror som vid undersökningen tre år tidigare. Det som kan vara av intresse är att lärare som undervisar i matematik på högstadiet ofta också undervisar i de naturvetenskapliga ämnena.

2.2 Förändringar i styrdokumentet

Från och med höstterminen 2018, är det enligt de svenska styrdokumentet inte längre möjligt för Sveriges lärare att välja om de ska använda digitala verktyg i undervisningen eller ej. 2017 reviderades grund- och gymnasieskolans läroplaner med ett förtydligande av uppdraget att stärka elevernas digitala kompetens, programmering i undervisningen samt flera förändringar i det centrala innehållet kring användningen av digitala verktyg. I kapitel 2 i grundskolans läroplan (Skolverket 2017) kan man efter revideringen läsa:

Läraren ska organisera och genomföra arbetet så att eleven:

- får använda digitala verktyg på ett sätt som främjar kunskapsutveckling (sid 14, Lgr11).

Rektorn har också ett särskilt ansvar att:

- skolans arbetsmiljö utformas så att alla elever, för att själva kunna söka och utveckla kunskaper, ges aktivt lärarstöd och får tillgång till och förutsättningar att använda läromedel av god kvalitet samt andra lärverktyg för en tidsenlig utbildning, bland annat skolbibliotek och digitala verktyg (sid 18 Lgr11).

Förutom förändringarna ovan finns en rad tillägg och ändringar i syftet och det centrala innehållet i kursplanerna. Exempel på nya formuleringar i de naturvetenskapliga ämnena är:

- Dokumentation såväl med som utan digitala verktyg.
- Utveckla färdigheter i att hantera såväl digital som annan utrustning.
- Simuleringar som stöd vid modellering.

År 2017 beslutade Utbildningsdepartementet om en digitaliseringsstrategi för skolväsendet i Sverige (Utbildningsdepartementet, 2017). Strategin innehåller tre fokusområden:

1. Digital kompetens för alla i skolväsendet
2. Likvärdig tillgång och användning
3. Forskning och uppföljning kring digitaliseringens möjligheter

Ett av delmålen under fokusområde 3 lyder:

Forskning om digitaliseringens påverkan på undervisningen och lärande ska genomföras och stödja utveckling av verksamheter och insatser. (Utbildningsdepartementet, 2017 sid 14)

Skolans uppdrag är att främja elevers lärande, vilket innebär att fokus måste läggas på digitaliseringens möjligheter utifrån den aspekten. Det ämnesdidaktiska perspektivet blir därför betydelsefullt. Utifrån dessa förändringar i läroplanen samt digitaliseringsstrategin behöver diskussioner och insatser utgå från lärares kompetenser, medvetna val och ämnesinnehåll. Att använda digitala verktyg för att främja kunskapsinhämtningen kräver en medveten användning från lärarnas sida. Att formuleringar som innehåller ord som digitalt och simulering numera finns i ämnesinnehållet innebär att ämnesdidaktiska val måste göras för att uppfylla det som står i styrdokumenterna. När datainsamlingen till denna studie genomfördes hade Skolverket fått i uppdrag att revidera läroplanerna, men förändringarna som beskrivs ovan fanns inte konkretiserade. Det betyder att lärarna som deltog i studien inte arbetade utifrån dem, utan utgick från vad som gällde innan revideringen. Detta innebär en mer tolkningsbar användning av digitala verktyg i själva undervisningen.

Även andra länder i Sveriges närhet har modifierat sina styrdokument utifrån samhällets behov och därmed elevernas behov av ökad digital kompetens. En rad satsningar för att använda de digitala möjligheterna har påbörjats. Som tidigare nämnts infördes 2014 ämnet Computing i den engelska skolan, med fokus på främst datalogiskt tänkande och programmering (Gov.uk, 2013). Estland har en tydlig vilja att dra nytta av digitaliseringens möjligheter utifrån ett samhällsperspektiv (e-estonia, 2019). De införde 2014 en strategi för livslångt lärande (Ministry of education and research, 2014) och satsar på gratis digitala läromedel till alla elever (Ministry of education and research, 2018) samt digitala innovationsprojekt där ett 100-tal skolor

är inblandade (Ministry of education and research, 2018). Finland införde nya läroplaner 2016–2018 med ökad tyngdpunkt på elevers motivation, behov av mångsidiga kompetenser och kreativitet (Utbildningsstyrelsen 2016). Finlands Utbildningsstyrelse ser under 2018–2019 över gemensamma riktlinjer för digitalisering av grundskolan utifrån perspektiven infrastruktur, kompetens, innehåll och tjänster (Utbildningsstyrelsen, 2018). Norge beslutade om en digitaliseringsstrategi för grundskolan 2017, med en målbild som poängterar elevernas digitala färdigheter samt att digitala verktyg ska användas i lärandet. Lärarnas digitala kompetens betonas i strategin, samt att de måste få möjlighet att utveckla den pedagogiska användningen av de digitala verktygen (Kunskapsdepartementet, 2017). Ett flertal länder i Sveriges närhet väljer med andra ord att se över sina styrdokument utifrån digitaliseringen av skolan, men angreppssätten ser olika ut.

2.3 Innehåll i den naturvetenskapliga undervisningen

Naturvetenskap i svensk skola innebär undervisning i ämnena biologi, kemi och fysik. Vad naturvetenskaplig undervisning ska syfta till att utveckla hos dagens och framtidens elever är en fundamental fråga som det behöver råda enighet kring. Det finns många aspekter att ta hänsyn till när den frågan ska beaktas. Vem är undervisningen i dessa ämnen till för och vad bör den därmed ta sitt avstamp i? Sjöberg (2010) menar att det är naturvetenskaplig allmänbildning som kursplanerna ska ha fokus på, eftersom de ska utformas för behoven hos majoriteten av eleverna behov. Alla måste tolka naturvetenskapliga sammanhang i sin vardag, delta i diskussioner relaterade till naturvetenskap utifrån ett medborgar- och demokratiperspektiv och bör därmed få hjälp med det i skolan (Wong, & Hodson, 2009; Roberts, & Bybee, 2014). Vårt industrialiserade samhälle behöver medborgare som vågar och kan ta ställning och därför behöver den naturvetenskapliga allmänbildningen ta plats (Wong & Hodson, 2009). Traditionell undervisning i de naturvetenskapliga ämnena handlade till stor del om föreläsningar av fenomen. Detta utvecklades till att handla om att eleverna till viss del själva genomförde laborationer för att deras kunskaper i ämnet skulle öka. Frågan är vilken roll dessa har i elevernas lärande (Högström, 2009). Den svenska grundskolans läroplan poängterar elevers kritiska tänkande och undersökande arbete (Lunde, 2014) men det finns forskning som visar att svenska lärare inte utnyttjar laborationerna till att skapa förståelse för naturvetenskapens karaktär, utan främst för att öka intresset för naturvetenskap (Lindahl, 2003; Högström, 2009).

Roberts (2011) Vision I och II är ett sätt att se på vad undervisning i de naturvetenskapliga ämnena bör innehålla. Ska skolan fokusera på medborgarperspektivet där eleven får ett naturvetenskapligt perspektiv på samhället (Vision II)? Är syftet istället att alla elever ska förstå naturvetenskapliga produkter och processer utifrån ett vetenskapligt förhållningssätt (Vision I)? Läroplaner i ett flertal

länder betonar vikten av att inkludera delar av både Vision I och Vision II oavsett vilka framtidsplaner eleverna har (Roberts, 2011). Elevers ofta negativa upplevelse av den naturvetenskapliga undervisningen i jämförelse med skolans övriga ämnen beskrivs exempelvis av Lindahl (2003) samt i ROSE-studien (Schreiner, & Sjøberg, 2007). De svenska eleverna som deltar i ROSE-studien upplever bland annat att undervisningen endast tillgodoser den minoritet av elever som väljer att studera vidare inom naturvetenskapliga och tekniska utbildningar (Jidesjö, Oscarsson, Karlsson, & Strömdahl, 2009). Därtill ska tilläggas att det finns studier som visar på ett brett intresse för naturvetenskaplig undervisning inom områden där eleverna kan anknyta till människan och dess aktiviteter (Jenkins, 2006; Jidesjö et al., 2009; Lindahl, 2003; Millar, 2006; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Schreiner & Sjøberg, 2007).

Forskning visar att lärare som undervisar yngre elever ofta har brister i de naturvetenskapliga ämneskunskaperna. (Appleton, 2003; Nilsson, 2008; Nilsson & van Driel, 2010). Det kan relateras till att de undervisar i många ämnen samt att intresset och engagemanget för dessa ämnen generellt sätt inte är så stort hos dessa lärare. Nilsson och van Driel (2010) menar att lärarnas självförtroende och kunskap i ämnet är en viktig faktor för att de ska utveckla sin undervisning och inställning till ämnet. Studien är gjord inom fysikämnet och visar att en förändring är möjlig om lärarna får rätt stöd. Det är rimligt att anta att dessa forskningsresultat skulle avspeglade sig i elevers resultat samt intresse och engagemang för de naturvetenskapliga ämnena.

Andersson (2011) lyfter fram tre olika aspekter på innehåll i naturvetenskaplig undervisning utifrån begreppet innehållsorienterad teori.

- Allmänna aspekter
- Aspekter som gäller naturvetenskapens karaktär
- Innehållsspecifika aspekter

Andersson anser att lärare behöver vägledning när undervisningen av specifikt innehåll ska läggas upp, så att den bygger på elevernas förståelse. När det gäller allmänna aspekter för att gynna förståelsen i lärandet så finns flera delar att ta hänsyn till. Leden (2017) anser, efter att ha fördjupat sig i en stor mängd studier inom området, att den naturvetenskapliga undervisningen behöver anpassas och breddas så att fler elever känner engagemang. Att bredda bilden av vad naturvetenskap innebär och därmed återspegla mångfalden av karriärvägar som finns är ett ytterligare sätt att försöka förändra elevers attityd till naturvetenskap (DeWitt et al., 2014). Leden (2017) menar att inkludera naturvetenskapens karaktär, NOS (från engelskans "nature of science") skulle vara ett sätt att få fler elever att identifiera sig med naturvetenskap. Forskning visar att arbete med SNI-frågor (samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll) är en framgångsfaktor om syftet är att intresset för naturvetenskaplig undervisning ska öka (Aikenhead, 2006; Ottander & Ekborg, 2012). Det sociala samspelet med andra elever, samt betydelsen av att som elev få ta vara på tidigare erfarenheter, har en stor betydelse vid elevers lärande. Detta visar

Rudsberg (2014) i sin forskning kring elevers lärande i argumenterande diskussioner om hållbar utveckling. En annan aspekt på lärarens planering av undervisning är att syftet läraren har med sina lektioner inte självklart stämmer överens med innehållet och de planerade aktiviteterna (Gyllenpalm, Wickman & Holmgren, 2010). Lunde (2014) menar att om inte innehåll och aktivitet anpassas till syftet, så påverkas undervisningens utfall negativt. Undervisningen påverkas exempelvis också av nationella prov och riktlinjer i samband med dessa, som betonar undersökande arbete vid naturvetenskaplig undervisning. Trots det är lärarnas upplevelse att de inte har förutsättningar för att bedriva den typ av undervisning Lunde (2014).

2.4 Naturvetenskaplig undervisning med hjälp av digitala verktyg

En del av den forskning som refereras till här är av allmändidaktisk karaktär. Verktygen som beskrivs skulle kunna användas inom fler ämnen än de naturvetenskapliga. De används inom den naturvetenskapliga undervisningspraktiken och därmed är det relevant att redovisa även denna forskning.

Att arbeta med simulering och visualisering med hjälp av digitala verktyg kan bidra till att skapa nya möjligheter att underlätta elevernas förståelse (Drayton, Falk, Stroud, Hobbs, & Hammerman, 2010; Geelan, Mahaffy, & Mukherjee, 2014). Yeh, Hsu, Wu, Hwang och Lin (2013) menar att undervisa i de naturvetenskapliga ämnena med hjälp av digitala verktyg borde vara ett win-win-koncept för att utveckla både naturvetenskaplig allmänbildning och digital kompetens. Att med hjälp av digitala verktyg genomföra undervisning i de naturvetenskapliga ämnena innebär enligt dessa forskare dessutom både en tidsbesparing och att en mindre mängd utrustning krävs.

Det finns studier som visar att det generellt kan vara motivationshöjande för elever att arbeta med digitala verktyg (Baltaci-Goktalay, 2016; Fleischer, 2012; Slay et al. 2008; Varier et al., 2017; Ward, Finley, Keil, & Clay, 2013). Utifrån elevers många gånger negativa upplevelse av den naturvetenskapliga undervisningen (Lindahl 2003) så kan det i sig vara ett skäl att som lärare i dessa ämnen reflektera över vilka möjligheter som finns. Ökad motivation kan i sig dessutom leda till att elevernas kunskaper höjs (Hattie 2009).

Begreppsbildning och förståelse för fenomen upplevs av många lärare som centralt i den naturvetenskapliga undervisningen (Högström, 2009). Att använda responssystem och skapa digitala frågesporter innebär nya möjligheter i undervisningspraktiken där exempelvis begreppsbildning kan befästas. Vid en första anblick kan det tyckas att frågesport inte är något nytt, men en digital sådan ger helt andra möjligheter. I en studie från 2016 uttryckte eleverna att de blev mer engagerade och undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena upplevdes därmed som roligare (Baltaci-Goktalay, 2016) när denna typ av digitala verktyg användes. Chaiyo och Nokham (2017) såg i sin studie som inte var kopplad till något specifikt ämne, tydliga tecken på att responsverktygen

Kahoot och Quizizz förbättrade undervisningen genom att elevernas engagemang och koncentration ökade. Det ledde i sig till upplevelsen att lärandet förstärktes genom ökad interaktion och elevaktivitet. En metastudie av Hunsu, Adesope och Bayly (2016) som utgick från 27 artiklar i ämnet, visar att denna typ av responssystem kan användas av många olika skäl. Syftet kan vara att öka interaktionen och uppmärksamheten, engagera deltagarna, göra för- och eftertest, få direkt respons samt anonymisera elevers svar. Effekten av användningen i form av resultat ser olika ut beroende på syfte med användningen, faktorer som klasstorlek, typ av kunskap och kunskapsområden. Att utifrån tillgängliga data i metastudien dra slutsatser om huruvida användningen var effektiv, blev därmed problematiskt. Att responssystem kan främja lärandet när de kombineras med lämpliga pedagogiska metoder såg Fies och Marshall vid sin genomlysning av aktuell forskning redan 2006. De menade att framgången handlade om engagerande och interaktiva metoder (Fiels, & Marshall, 2006). Det finns en komplexitet i vissa studier som undersöker användningen av digitala verktyg, eftersom omgivande faktorer kan påverka förändringsarbetet mer än det som studien specifikt hade för avsikt att titta på (Slay et al., 2008). I studien som Slay hänvisar till ligger fokus på införandet av interaktiva skrivtavlor, men i resultatet blev det tydligt att det är de bärbara datorerna och den stora projiceringsytan som gör skillnad i undervisningen, inte de interaktiva möjligheterna med tavlan.

Interaktiva skrivtavlor har på många skolor ersatt eller kompletterat klassrummens whiteboard. I England hade 2016 hela 93 procent av klassrummen dessa tavlor (Gregorcic, Etkina, & Planinsic, 2017a) och de är vitt spridda även i många andra länder. Tavlorna har en potential när det gäller pedagogiska och ämnesdidaktiska möjligheter, men få lärare som har tillgång till dessa tavlor använder sig av tavlornas potential (Somyürek, Atasoy, & Özdemir, 2009; Slay et al., 2008; Sumak, Pusnik, Hericko & Sorgo, 2017). Det finns även forskning som visar att de interaktiva tavlorna kan befästa traditionell undervisning i form av föreläsningar, eftersom de stöder det lärarcentrerade arbetssättet (Kennewell, Tanner, Jones, & Beauchamp, 2008). Andra studier uppvisar förbättrad inlärnin och ökad motivation hos eleverna när interaktiva skrivtavlor används i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken (Ormanci, Cepni, Deveci, & Aydin, 2015) samtidigt som forskning framhåller att tavlorna är lika effektiva som den pedagogik som används tillsammans med dem (Sweeney, 2013). Ett sätt att öka samt förändra användningen är att hjälpa läraren att hitta och genomföra aktiviteter där potentialen framträder. Studier har genomförts på att introducera 2D-simuleringsverktyget Algodoo i fysikundervisningen för att användas på en interaktiv skrivtavla. Med hjälp av detta verktyg försökte Gregorcic et al. (2017a) förändra en fysiklärares undervisningspraktik. En förändring skedde, men den visade sig vara tillfällig. Studien visade att för att en bestående förändring av undervisningens upplägg skulle ske, behövdes ytterligare insatser som sträckte sig över en längre tid. Användningen av simuleringsverktyget Algodoo ger möjligheter för läraren att visualisera funktioner och begrepp på ett sätt som kan underlätta elevernas inlärningsprocess (da Silva, Guaitolini Juniora, da Silvab, Vianac, & Leald, 2015)

men det handlar inte om att ersätta traditionella experiment utan om att öka och förstärka effekten av experimenten med hjälp av Algodo (Gregorcic, & Bodin, 2017b). Tydligt är dock att denna typ av digitala verktyg kan spela en kraftfull pedagogisk roll i fysikundervisning (Gregorcic et al., 2017a).

Att använda sig av 3D-teknik i form av VR-utrustning i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken kan leda till ökad motivation hos eleverna, men det är osäkert i vilken grad det leder till ökad kunskapsinhämtning (Parong, & Mayer, 2018; Makransky, Terkildsen, & Mayer, 2017). Att utföra handlingar som inte är möjliga i verkligheten kan medföra en ökad möjlighet att lära sig ett mer abstrakt innehåll och på så sätt ge effekt på kunskapsinhämtningen (Johnson-Glenberg, 2018). I en metastudie från 2012 menar Rutten, van Joolingen och van der Veen (2012) att det finns stora möjligheter och positiva effekter med att använda simuleringar som förstärkning eller ersättning av traditionell undervisning i de naturvetenskapliga ämnena. Studien visar att användning av simuleringar som en förberedande aktivitet för verkliga laborationer är en av flera möjliga metoder där det finns uppmätta positiva effekter. Värt att notera är att i ett flertal av studierna som ingick i metastudien har man inte studerat lärarens roll och upplägg av lektionerna. I en annan forskningsstudie som undersökte hur eleverna utvecklade sin begreppsförståelse gällande massa och vikt med hjälp av datorsimuleringar framkom positiva effekter. Resultatet var dock beroende av lärarens upplägg av undervisningen. Det var med andra ord inte datorsimuleringarna som på egen hand utvecklade begreppsförståelsen, utan lärarens roll poängterades i studien (Sarabando, Cravino, & Soares, 2014).

Att genomföra laborationer är en viktig del av naturvetenskaplig undervisning, men kan i vissa fall innebära svårigheter. Det kan handla om att experimenten kan vara farliga att genomföra eller avsaknad av utrustning som behövs vid genomförandet. Virtuella laborationer kan då vara en möjlighet och ett framgångsrikt alternativ (Román-Ibáñez, Pujol-López, Mora-Mora, Pertegal-Felices, & Jimeno-Morenilla, 2018; Awadhi, et al., 2018; Koenig, Yi, Sandridge, Mathew, & Demas, 2014). Hur datorstödda laborationer påverkar elevers begreppsmässiga förståelse har Furberg (2016) studerat. De digitala möjligheterna underlättar samarbetet genom bland annat gemensamma ytor, men även i denna studie framkom det att lärarstödet är det som är avgörande för elevernas utveckling. Furberg (2016) påpekar att mer forskning behövs kring lärarens roll vid datorstött arbete.

Kim, & Hannafin (2011) menar att när digitala verktyg används på ett framgångsrikt sätt så stöds elevernas undersökningsförmåga i de naturvetenskapliga ämnena. Därmed är det extra viktigt att lärare i dessa ämnen får ökade kunskaper kring användning av digitala verktyg i undervisning för att potentialen i verktygen ska utnyttjas. Exempelvis kan olika representationer produceras med hjälp av teknik, vilket underlättar den naturvetenskapliga undervisningen. Det kan handla om text, bild, ljud, animering, film samt simuleringar som då kan underlätta förklaringen av abstrakta begrepp (Hsu, 2015)

Som nämnts tidigare i detta kapitel så visar forskning kring användning av interaktiva skrivtavlor att dess potential ofta inte utnyttjas. Tavlorna används och uppskattas för att de projicerar en stor bild av något som läraren vill att alla elever ska se och inte för dess interaktivitet (Slay et al., 2008). Till det behövs inte en speciell tavla utan en dator, platta eller mobiltelefon tillsammans med projektor skulle kunna lösa det. Lärarens egen samt elevernas kunskap kring exempelvis mobiltelefonens möjligheter samt dess potential används dock sällan (Ott, 2017). Möjligheten att visa små föremål, en instruktion eller en händelse för en hel klass genom att projicera upp en kamerabild från en telefon, lärplatta eller digitalt mikroskop för en stor klass genom en projektor används likväl ibland av lärare. Forskning kring denna typ av nyttjandet av en enkel funktion har dock inte kunnat hittas. Däremot finns forskning kring avancerade exempel då helt nya möjligheter med kameran i den naturvetenskapliga undervisningen har utvecklats (Koenig, Yi, Sandridge, Mathew, & Demas, 2015). Undervisningen förändras på olika sätt när digitala verktyg når klassrummet och nya möjligheter uppkommer. Frågan är hur digitala verktyg påverkar lärarnas pedagogiska upplägg?

2.5 Digitala verktyg förändrar arbetssätt

Det finns en rad digitala verktyg i form av hårdvara, system och resurser som påverkar den naturvetenskapliga undervisningen, men användningen behöver inte vara knuten till specifika ämnen. Arbetssätt som har varit framträdande vid datainsamlingen till denna studie och därmed bedöms som viktiga i sammanhanget blir därmed en del av bakgrunden och den tidigare forskningen inom området. Detta trots att ämnesdidaktik inom de naturvetenskapliga ämnena inte står i fokus för flera av de refererade studierna.

Att enskilt arbete vid datorn ökar när 1 till 1 införs i skolor framkom i studien *Unos uno* (Grönlund, 2014). Vid en uppföljande studie observerades tidsfördelningen mellan enskilt arbete och grupparbeten (Andersson, Wiklund & Hatakka, 2016). Studien visade att mängden grupparbeten generellt fortfarande var större än enskilda arbeten. Grupparbeten där eleverna hade varsin dator handlade dock mer om att samverka vid grupparbeten än att samarbeta. Interaktionen skedde vanligtvis inte via digitala verktyg utan mestadels ansikte mot ansikte, men i en del fall användes möjligheten med delade dokument. I studien lyfts vikten av att läraren funderar över hur uppgifterna ska designas på bästa sätt för att elever inte ska bli passiva och att distraktionen av sociala medier inte ska bli ett problem, vilket många lärare uppger att det är. Scherer och Hatlevik (2017) visar i sin studie att elevers upplevda distraktion står i relation till om de upplever användningen av digitala verktyg som meningsfull eller ej. De menar att användningen av verktygen behöver planeras så att de stödjer lärande, vilket går hand i hand med Anderssons (2016) forskning.

Distraktionen som uppkommer när eleverna försöker göra flera saker samtidigt kan vara ett problem som uppkommer vid grupparbeten (Kirschner & De Bruyckere,

2017). Denna problematik menar man dock inte är specifik för grupparbeten där datorer används, utan något som behöver tas hänsyn till även annars. Stromme och Furberg (2015) visar i sin studie att läraren har en avgörande roll när det gäller om elever utvecklar sin begreppsförståelse vid grupparbeten där digitala verktyg används i någon form. De uttrycker det som att läraren utgör "limmet" genom att ge stöd i skärningspunkterna mellan samarbete, digitala resurser och instruktioner som ges till eleverna. Hur detta sker på bästa sätt beskriver de som komplext.

Flipped Learning är ett pedagogiskt tillvägagångssätt där genomgångar förflyttas till det individuella lärandet och det som sker i klassrummet förvandlas till en dynamisk interaktiv lärmiljö (Flipped Learning Network, 2014). Bergmann och Sams är två av förgrundsgestalterna inom området Flipped Learning. De menar att lärare bör hela tiden ställa sig frågan, "What is the best use of face-to-face time with students" (Bergman, & Sams 2014) och utifrån det besluta vilken typ av undervisning som ska ske i klassrummet. Begreppet Flipped Classroom kan innebära att elever läser texter utanför klassrummet, tittar på instruktionsfilm eller löser problem, men för att det ska kallas Flipped Learning måste fler pedagogiska faktorer till. Det finns även delvis andra sätt att se på dessa begrepp. Utgångspunkten kan vara att öka elevaktiviteten och därmed blir det ett större fokus på elevcentrerad didaktisk undervisning. Det kan i praktiken innebära att elever själva skapar instruktionsfilmer som ett led i sitt lärande. Eleverna tar sedan del av andras filmer med kritiska ögon och det bidrar till elevernas inlärningsprocess. Detta förhållningssätt lyfts i boken "Flipp din undervisning" (Gregersen, 2016) där danska forskare och undervisande lärare beskriver sitt sätt att se på flippat klassrum och flippad undervisning. Lärarens pedagogiska förmåga är enligt MacKinnon (2015) det som i slutändan ändå kommer att bestämma effekten av detta arbetssätt. Eleverna behöver också övervinna sitt beroende av traditionell undervisning och vara villiga att ta ett större ansvar när det gäller att förbereda sig inför lektionerna för att Flipped Learning ska bli framgångsrikt (Sammel, Townend, & Kanasa 2018). Att använda sig av Flipped Learning i just de naturvetenskapliga ämnena menar MacKinnon (2015) vidare är en logisk förlängning av nuvarande sätt att se på undervisning i dessa ämnen. Flipped Learning är inte beroende av användning av digitala verktyg, men för många lärare är instruktionsfilmer ett centralt verktyg vid Flipped Learning (Barker, 2013).

Om man som lärare producerar egna instruktionsfilmer eller använder sig av andras så behöver eleverna få ta del av dessa på ett lämpligt sätt. Skolor använder sig ofta av olika typer av digitala plattformar för det ändamålet. Plattformarna ska hjälpa och stötta eleverna i sitt lärande, öka och underlätta samarbete, men även underlätta lärarnas arbete. Det råder olika uppfattningar om vad en sådan lärplattform kan och bör bidra med, samt hur de ska benämnas. LMS (Learning Management system) och PLS (Personal Learning system) är exempel på vanligt förekommande engelska begrepp (Heggart, & Yoo, 2018) som används även i Sverige. Plattformar som används i lärandet kan vara skapade just för utbildningsändamålet, men sociala plattformar som Facebook används också i vissa fall i undervisningen. Det

ursprungliga syftet med denna typ av sociala medier har då i vissa fall ändrats och har ett större fokus på exempelvis samarbetsformer samt delning av material för att fungera i ett undervisningssammanhang (Kalelioglu, 2017). I en studie av Adalberon och Säljö (2017) undersöktes hur Facebook används av universitetsstudenter i Norge som själva skapade dessa Facebookgrupper kopplade till kurser. I dessa grupper skedde diskussioner som var relevanta för universitetsstudierna, men de flesta var av praktisk karaktär. Studien visar dock att det finns ett behov av kommunikationsytor för denna typ av ändamål. Att som lärare använda sig av professionsbundna Facebookgrupper för att utveckla sin undervisning finns det också exempel på. Lantz-Andersson, Petersson, Hillman, Lundin och Bergviken Rensfeldt (2017) har studerat specifika Facebookgrupper skapade av lärare och benämner dem som lärarnas utökade personalrum. Här främjas kollegialt lärande och ett professionsutbyte sker både när det gäller praktiska och teoretiska idéer.

Classroom (Google Classroom) är Googles plattform och ingår i G Suite. Classroom släpptes 2014 och forskningsresultat kring användningen har börjat nå ut. I sammanhanget bör tilläggas att utvecklingen av Classroom sker mycket snabbt vilket innebär att nya möjligheter hela tiden tillkommer, vilket kan komplicera utvärdering och forskning på användningen. I en studie av Heggart, & Yoo från 2018 är både elever och lärare nöjda med Classroom. Studien visar på ett ökat lärande när verktyget används medvetet och utifrån några nyckelord som de anser vara relevanta även när det gäller andra plattformar. Nyckelorden är enkel åtkomst, samarbete, studentens röst/medverkan samt hastigheten. När det gäller hastigheten visade det sig att det fanns elever i studien som blev stressade och upplevde att tempot blev för högt i och med enkelheten för lärarna att lägga ut information, vilket lärarna behövde ta ställning till hur de skulle förhålla sig till. Det finns en mängd möjligheter för lärarna i dessa plattformar, men forskning visar att många gånger används bara en del av möjligheterna i exempelvis Classroom (Heggart, & Yoo, 2018; Azhar, & Iqbal, 2018).

En annan del av G Suite är möjligheten att skapa dokument och presentationer. Med hjälp av de verktygen kan samarbete ske i gemensamma dokument och det går att ge respons på varandras uppgifter. Här finns en möjlighet att exempelvis arbeta med formativ återkoppling. Att aktivt arbeta med feedback tillsammans med elever kräver inte användning av digitala verktyg, men de digitala verktygen skapar nya och fler möjligheter. Forskning visar att formativ bedömning med hjälp av digitala verktyg kan ha en positiv effekt på elevers prestationer (Faber, Luyten, & Visscher, 2017). En möjlighet som finns när elever producerar eller kommenterar material digitalt är att de kan vara anonyma. I en studie av Fan och Woodrich (2017) undersöktes möjligheten att öka kvaliteten på elevers texter genom kamratrespons vilket visade på att en högre andel elever deltog aktivt när de kunde förbli anonyma med sina kommentarer. Forskarna rekommenderade lärare att utveckla detta sätt att arbeta med ny teknik och vara öppna kreativa i användningen för att underlätta elevers lärande. I en studie av Varier et al. (2017) poängteras möjligheten för elever att få omedelbar, formativ feedback med hjälp av digitala verktyg. Det innebär en ökad möjlighet att

ändra och förbättra sitt arbete, vilket i sig blir en lärandesituation (Varier et al. 2017). Vid traditionell feedback ges denna möjlighet inte i samma omfattning. En risk som behöver tas i beaktande är att det kan upplevas som en ökad arbetsbelastning för den som ska ge feedback (Wen, & Tsai, 2008).

Digitala verktyg kan i vissa fall ge elever direkt feedback och återkoppling. Det kan handla om appar/resurser som blivit ett medierande redskap där läraren eller ett läromedelsförlag skapat självriktande uppgifter. Sjödén (2015) påpekar att det finns appar/program där det ser ut som att elever lär sig, men i själva verket lär sig eleverna att svara rätt men tänker fortfarande fel. Det kan bero på de använder uteslutningsmetoden eller har partiell förståelse. Lärare behöver enligt Sjödén bli bättre på att filtrera bort de dåliga läromedlen men även på att bedöma om de är lämpliga att använda i den givna situationen eller ej för att uppnå verklig inläring istället för att skapa ”svara rätt men tänka fel”-situationer.

2.6 Utveckling av lärares kompetenser

Att införa datorer i skolan är som nämnts tidigare inget teknikprojekt. Lärare behöver tid för att utforska, strukturer för att arbeta mot gemensamma mål och kollegor som går i bräsch för att en anpassning till det nya ska ske (Drayton, Falk, Stroud, Hobbs, & Hammerman, 2010). Mycket tyder på att lärarnas personliga pedagogiska övertygelser spelar en nyckelroll när det gäller om och hur de integrerar digitala verktyg i sin undervisning (Tondeur, Braak, Ertmer, & Ottenbreit-Leftwich, 2017; Deng, Chai, Tsai, & Lee, 2014; Spiteri, & Chang Rundgren, 2018). För att nå framgång behöver integration av digital teknik ha fokus på pedagogiskt förändringsarbete och lärarnas uppfattning om vad som är bra undervisning. Enligt Tondeur et al. (2017) upplever lärare som har fokus på ett lärarcentrerat arbetssätt att användning av teknik inte är något nödvändigt, medan de som bedriver en mer elevcentrerad undervisning ser en helt annan potential i användningen av digitala verktyg. Det menar Tondeur et al. (2017) tyder på att om ett effektivt förändringsarbete ska ske, så bör det inte undervisas om tekniska färdigheter utan allt bör ske i ett pedagogiskt sammanhang där själva undervisningen är central. Om användning av digitala verktyg i skolan är bra eller dålig finns inget enkelt svar på, utan det är hur ett verktyg används för att främja undervisning och lärande som är det väsentliga (Kennewell, & Beauchamp, 2007; Warwick, Hennessy, & Mercer, 2011) och det är utifrån det synsättet som lärarnas kompetenser måste utvecklas. Enligt Willermark (2018), ställs lärare som ska integrera digitala verktyg i sin undervisning inför nya utmaningar när pedagogik och ämnesinnehåll ska samspela. Kongsgården och Krumsvik (2016) menar att traditionella didaktiska metoder behöver utvecklas och förändras i och med att digitala verktyg blir en del av undervisningen. TPACK är utvecklat utifrån dessa behov och poängterar samspelet mellan lärares kunskaper och

kompetenser och hur de påverkas av varandra. Val av digitala verktyg måste göras i förhållande till didaktiska metoder och dessa metoder påverkas av att de digitala verktygen finns i undervisningen. Vid fortbildning av lärare behöver hänsyn tas till detta. Scherer, Tondeur, Siddiq och Baran (2018) har undersökt hur lärarnas inställning till att använda digitala verktyg i undervisningen korrelerar med deras TPACK. Studien visar att lärares positiva attityder till dessa verktyg i skolan är sammankopplade med en utvecklad TPACK. Det innebär att lärarnas attityder bör vara mer centrala när syftet är att öka deras möjlighet att utveckla sin TPACK. I kommande kapitel beskrivs TPACK mer ingående.

En av frågeställningarna som Tallvid (2015) använde sig av i sin avhandling var "Hur argumenterar lärare som väljer att avstå från att använda IT i pedagogisk verksamhet?". Resultaten delades in i fem olika kategorier: a) brist på teknisk kompetens, b) inte värt ansträngningen, c) otillräckligt material, d) minskad kontroll samt e) brist på tid, vilket också visade sig vara den del som ansågs viktigast. Detta tyder på att det finns utvecklingsarbetet behöver inriktas på flera skilda delar om alla lärare ska använda sig av digitala verktyg i undervisningen (Tallvid 2015). I Hanssons avhandling "Skola och medier" (2014) beskrivs begreppen komfortzon, stresszon och den potentiella utvecklingszonen. Att befinna sig i stresszonen innebär att vi känner oss som mest utsatta och en del av argumenten som framkom i Tallvids studie kan möjligen relateras till detta. Att förflytta sig därifrån till den betydligt mer positiva potentiella utvecklingszonen kräver diskussioner och stöd från andra människor, vilket beskrivs i avhandlingen som en viktig del i en människas utveckling. Detta helt i enlighet med Vygotskijs tankar (Vygotskij, 2001). Vilken zon en lärare befinner sig när nya möjligheter i form av exempelvis digitala verktyg presenteras bör bidra till hur mottaglig hon eller han är för denna förändring. Vid Skolverkets undersökning 2015 (Skolverket 2016) uttryckte många lärare inom grund- och gymnasieskolan att de inte är tillräckligt rustade för att kunna använda digitala verktyg på ett pedagogiskt sätt i undervisningen. Skulle det kunna vara så att en stor mängd av dessa befinner sig i stresszonen som Hansson (2014) beskriver? Enligt Spiteri och Chang Rundgren (2017) behöver digital kompetens inkluderas i all utbildning på ett strukturerat sätt. Många lärare behöver konkret fortbildning i allt ifrån att söka på internet till hur man arbetar med feedback digitalt med eleverna. Att kulturen på en skola innebär att lärare kommunicerar, delar med sig av information och ger varandra feedback är värdefullt och positivt och bidrar till att främja en bättre skola (Spiteri, & Chang Rundgren, 2018). Dessutom visar forskning att lärarens sätt att planera och strukturera samt reflektera över detta tillsammans med andra är avgörande för elevernas lärande (Nilsson, 2012; Nilsson & Vikström, 2015). Skolledningen behöver ge lärarna utrymme och tid att kommunicera, dela sina erfarenheter och se till att det i sin tur leder till att lärare vågar prova och integrera digitala verktyg i undervisningen. Det finns internationell forskning som visar på att detta inte är unikt för Sverige (Tondeur, Forkosh-Baruch, Prestridge, Albion, & Edirisinghe, 2016) och inte heller något som har uppkommit de senaste åren (Fleischer, 2012).

3 TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER OCH CENTRALA BEGREPP

I detta kapitel redogörs för det metodologiska ramverk som ligger till grund för denna studie. Inledningsvis görs en kort beskrivning av det sociokulturella förhållningssätt som studien tar sitt avstamp i. Studien har en hermeneutisk ansats vilket redogörs för utifrån hur den sätter sin prägel på analysarbetet. Fortsättningsvis görs en beskrivning av ramverket TPACK som används vid analysarbetet. Det beskrivs utifrån dess ursprung, framväxt, hur forskare har ifrågasatt det samt förtydligat och utvecklat dess användning.

För att förstå sig på skolan och dess verksamhet så vill jag inledningsvis likt Tallvid (2015) poängtera att skolan är en social och kulturell verksamhet med en lång historia som påverkar hur skolan fungerar. Skolan är en del av samhället som i sin tur utvecklas av och med sina beståndsdelar. Uttrycken att det inte finns något rätt eller fel eller att tolkningen inte är svart eller vit utan att tolkningen ligger i betraktarens ögon är utgångspunkter som denna avhandling bygger på.

3.1 Sociokulturellt perspektiv

Att studien tar sitt avstamp i ett sociokulturellt förhållningssätt innebär i detta sammanhang att olika typer av samspel och interaktioner tas upp, både när de är synliga och omnämns av läraren, men även när de är frånvarande vid observationer eller utelämnas vid intervjuer. Här presenteras ingen fullständig redogörelse för och historisk tillbakablick på det sociokulturella perspektivet, utan det som beskrivs är endast de delar som är relevanta utifrån just denna avhandling.

Enligt Daniels (2008) är individen och den sociala kontexten oskiljaktiga. Kunskap utvecklas enligt detta synsätt helt i samspel mellan människor, men olika former av redskap kan påverka på olika sätt. Dessa redskap kallar Säljö (2011) för artefakter. Jakobssons (2012) tolkning av Cols sätt att se på artefakter innebär att användaren blir sammankopplad med artefakten i en dialektisk och ömsesidig relation. Det innebär att artefakten påverkar människan när det gäller både tankar och handling och människan påverkar artefakten genom att utveckla den. Denna utveckling kan handla om teknisk

utveckling, men även om själva tillämpningen och användningen Digitala verktyg i olika former är exempel på artefakter som spelar en viktig roll i denna studie och där förhållandet mellan människa och artefakt stämmer in på tolkningen ovan.

Kunskap måste bearbetas i exempelvis diskussioner mellan människor innan den blir en del av tänkandet (Säljö, 2000). Vad innebär det då när digitala verktyg används som ett sätt att kommunicera kunskap? Säljö (2011) använder begreppet ”förmedlande redskap”, då det inte handlar om samspelet mellan människa och människa utan om människa och verktyg. Verktuget är en produkt av människors erfarenheter, vilket i sin tur likväl innebär att människor samverkar, men genom själva verktyget (Säljö 2011). Detta synsätt är relevant vid användning av och möjligheter med digitala verktyg, samtidigt som kommunikation mellan människor med hjälp av digitala verktyg är central för hur användningen ser ut idag. Skolan ska skapa ett lärande som är så autentiskt som möjligt i förhållande till lärandet som sker ute i samhället (Dysthe, 2003). Melander (2013) menar att vid undervisande aktiviteter i klassrum kan gränsen mellan experter och noviser luckras upp. Klasskamraterna kan utgöra en resurs till vilken man kan och ska vända sig för att få hjälp. Det sker på ett tydligt sätt i dagens samhälle, vid exempelvis användning av sociala medier. Lärande är inte endast en konsekvens av utbildning utan är något som sker kontinuerligt i människors liv.

All typ av teknik som utvecklas i samhället kan ses som olika artefakter. I och med att samhället och även skolan genomgår en digitaliseringsprocess så har potentialen ökat och fler möjligheter uppstått. Ett exempel är film som medierande redskap där helt nya möjligheter tillkommit. Med andra ord har tillgången till och sättet att se på film inneburit en påverkan på lärares undervisningspraktik, både i och utanför klassrummet. Säljö (2013) beskriver en spiralformad utveckling från att komma i kontakt med nytt kulturellt redskap, tills det approprieras och neutraliseras och därmed blir en integrerad del av undervisningen. Appropriering handlar om att människan tar till sig kunskaper i samspel och dialog med sina medmänniskor och gör dessa kunskaper till sina egna. Med neutralisering menar Säljö (2013) att något blivit så naturligt att det tas det för givet. Applicerar vi appropriering på att använda film i undervisningen så finns det säkerligen många lärare som menar att de har gjort denna resa. Frågan är om de har utforskat de nya möjligheter som hela tiden utvecklas i och med tekniska innovationer av detta kulturella verktyg?

Att appropriera och bli förtrogen med teknik som hela tiden förändras är en utmaning och långt ifrån en självklarhet när det gäller att bedöma om en appropriering skett. Att lärare som är mindre förtrogna med teknik kan få stöd av mer kunniga lärare för att utveckla sin möjlighetszon, den så kallade Zone of proximal development (Daniels, 2008), är ett tänkbart sätt att arbeta. Vilken roll tekniken får i exempelvis klassrummet beror på samspelet mellan vad teknologin erbjuder och hur elever och lärare tar emot den (Tallvid, 2015). Orlikowski (1992) menar att tekniken i sig inte avgör resultatet och användningen, utan det är användarna som avgör dess roll och påverkan. Vilket resultat användningen ger och hur anpassningen sker är inget som går att utläsa i förväg (Orlikowski, 2000).

Lärare i dagens skola är aktiva medskapare av lärmiljöer. Det gäller även elever som inte är passiva mottagare utan behöver vara aktiva i sin läroprocess för att ett framgångsrikt lärande ska ske (Rostevall, & Selander, 2010). John Dewey som i grunden var filosof myntade begreppet ”Learning by doing”. Lärandet är enligt Dewey starkt ihopkopplat med görandet. I grunden hade Dewey ett sociokulturellt perspektiv, men menade att det finns en individorienterad del som man måste ta hänsyn till. Rostevall och Selander (2010) väljer att lyfta in Deweys tankar i sina resonemang kring ”Design för lärande”. I sammanhang som handlar om ”framtidens lärande”, eller kanske rättare sagt ”dagens lärande” är det vanligt att Dewey citeras:

*”If we teach today as we taught yesterday, we rob our children of tomorrow”
John Dewey (1944, sid 167).*

Trots att detta skrevs av Dewey redan på 1940-talet så är känslan att det är minst lika aktuellt idag. Skolan och lärarna har en konstant utmaning då barn och ungdomars utbildning bör vara relevant med hänsyn till hur deras framtid kan komma att se ut.

3.2 Hermeneutisk ansats

Själva ordet hermeneutik härstammar från det grekiska ordet ”hermeneuein” som betyder ”att tolka”. Enligt den hermeneutiska kunskapsteorin finns inga absoluta sanningar, utan den syftar till att öka förståelsen för företeelser. Tolkningar, helhet och delar samt förståelse är exempel på viktiga hörnstenar inom kunskapsteorin. Gadamer (2015) som var med och utvecklade hermeneutiken menar att varje individ har en förståelsehorisont och det är genom den individen förstår verkligheten. Att förstå är enligt hermeneutiken att kunna omsätta något till sin egen kontext och uttrycka det med egna ord (Zimmerman, 2015). Kristensson Ugglå (2004) anser att vi lever i en hermeneutisk tidsålder. Kunskapssamhället och globaliseringen har inneburit ökade möjligheter till olika tolkningar och därmed tolkningskonflikter som det inte finns vetenskapliga lösningar på. Exempelvis så finns numera en möjlighet till interaktion trots att rummet och platsen kan vara skilda åt. Detta med hjälp av teknikens utveckling och globaliseringen. Komplexiteten i en mängd frågor är omfattande och vetenskapen kan inte svara på om det är rätt eller fel.

Gadamer tog fram den hermeneutiska cirkeln som sedermera utvecklades av Ricoeur till en spiral. Cirkeln syftar till att visa på processen som sker vid tolkning, då en förflyttning hela tiden sker mellan helhet och delar samt förförståelse och ny förståelse. Kritiker till cirkeln menar att eftersom den är sluten så visar den något statiskt som inte sker i verkligheten eftersom förståelsen hela tiden förändras. Spiralmetaforen som utvecklades av Ricoeur visar en ständig förändring av förståelsen, vilket påverkar tolkningsprocessen eftersom förståelsen aldrig helt kan återgå till en tidigare punkt

(Kristensson Uggla, 2004). Detta sätt att tolka ger en möjlighet att behålla synen på den komplexitet som finns i skolverksamheten och som betonas i denna studie. Claesson, Hallström, Kardemark och Risenfors (2011) anser att en hermeneutisk ansats där tolkningar sker är särskilt viktig i kvalitativa studier. Ansatsen påverkar möjligheter till kritiska diskussioner när dolda problem kan synliggöras. Ödman (2007) beskriver tolkning som subjektiv och menar att den alltid görs utifrån en viss aspekt. För att detta inte ska bli godtyckligt så behöver tolkningar grundas på kunskap och tidigare erfarenheter. Vid tolkningar tar man ställning till olika möjligheter och pendlar mellan helhet och delar samt framtid och förflutet. Enligt Kristensson Uggla (2004) är det inte möjligt att ställa sig själv helt och hållet utanför en kontext som undersöks.

3.3 TPACK som metodologiskt ramverk

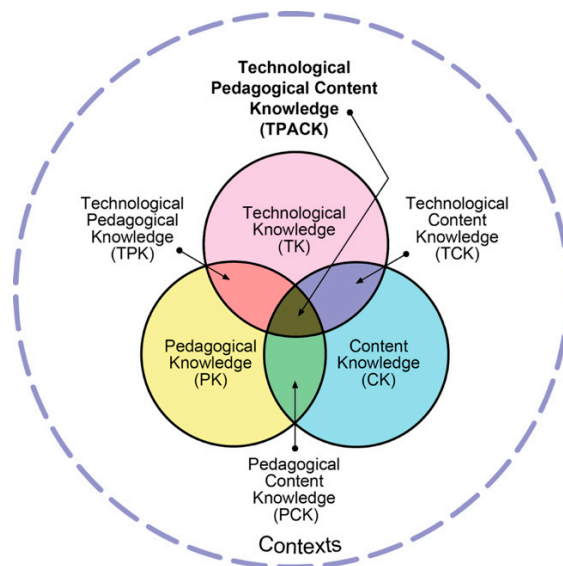
TPACK har sitt ursprung i Shulmans begrepp PCK (Shulman, 1986) som skapades på 1980-talet. I detta ursprungliga ramverk framhålls att goda ämneskunskaper behöver kombineras med pedagogiska kunskaper för att läraren ska lära ut ett visst ämnesinnehåll. De räcker inte att som lärare vara en duktig pedagog och ha goda ämneskunskaper utan läraren behöver kunna kombinera dessa två kunskapsområden och därmed uppnå PCK (Pedagogical Content Knowledge) för att vara en skicklig lärare.

I början av 2000-talet utvecklade Mishra och Koehler PCK-begreppet. De ansåg att den teknologiska aspekten (Technological Knowledge) behövde läggas till i ramverket för att lärare ska undervisa effektivt med hjälp av teknik, oftast benämnt digitala verktyg i denna avhandling. Därmed skapades ramverket TPACK (Koehler, & Mishra, 2005) som visade på det komplexa förhållandet mellan ämnesinnehåll, pedagogik och teknik. Inledningsvis förkortades det TPCK men det upplevdes som problematiskt att uttala på grund av sina alla konsonanter. Vid "Annual National Technology Leadership Summit", redan 2007 beslutades det att TPACK kunde användas istället eftersom det är lättare att säga. A:et som står för and signalerar också en tydlighet att det handlar om alla tre kunskapsområden (Thompson & Mishra, 2007). TPACK är sedan länge det vanligaste sättet att benämna ramverket på, men TPCK förekommer fortfarande. Koehler och Mishra (2006) beskriver undervisning som den komplexa interaktionen mellan ämnesinnehåll, pedagogik och teknik. Harris, Phillips, Koehler, och Rosenberg, (2017) menar att TPACK är användbart som ett konceptuellt verktyg för att stödja diskussioner på allmän nivå om lärares val när de designar sin undervisning. En lärare som visar utvecklad TPACK reflekterar över vilken teknik som kan användas för att stödja lärandet, hur och av vem, beroende på ämnet och elevernas behov och förmågor. Ramverket hjälper till med ett vetenskapligt förhållningssätt och underlättar resonemangen kring god undervisning med hjälp av teknik (Koehler, & Mishra, 2005). Kontexten som undervisningen sker i är en viktig del av ramverket. Undervisning är komplext och det finns inte ett sätt som är det bästa när det handlar om att integrera

tekniken i undervisningen (Koehler, Cain, & Mishra, 2013). Willermark (2018) beskriver att varje undervisningssituation är unik och hur tekniken integreras måste utgå från varje lärare, kurs, elevgrupp och situation. En lärares TPACK är inte statisk utan utvecklas ständigt och tolkas i olika sammanhang.

Mishra och Koehler samt PCK:s grundare Shulman använder det engelska begreppet *Knowledge*, vilket oftast översätts till kunskap på svenska. Samtidigt ligger begreppet kompetens mycket nära till hands när svenska forskare beskriver ramverket (Tallvid, 2015; Willermark, 2018). Willermark (2018) skiljer begreppen åt genom att beskriva att kunskap är något som individen besitter, medan kompetens ska ses i förhållande till praktiken. I denna avhandling har samma förhållningssätt använts, vilket innebär att när kunskap omsätts och används av lärare i undervisningspraktiken, så beskrivs det som lärarnas kompetens. När det står för sig självt utan relation till undervisningspraktiken så används kunskap. Det innebär att både kunskap och kompetens förekommer när lärarnas TPACK beskrivs.

Mishra och Koehler har valt att illustrera de tre huvudsakliga kunskapsområdena och hur de påverkar varandra med hjälp av ett venndiagram med cirklar och deras skärningspunkter. Respektive cirkel representerar varsitt kunskapsområde (CK, PK, TK) och skärningspunkterna hur de samverkar och påverkan på varandra. Venndiagrammet är omgivet av en streckad cirkel som symboliserar kontexten. Kontexten påverkar undervisningen och därmed de olika kompetenserna och på så sätt hur varje undervisningssituation bör bedrivas. De fyra skärningspunkterna som tydligt syns i bilden visar att kunskaperna påverkar varandra och samverkar.



Figur 1

Bilden visar venndiagrammet som illustrerar ramverket TPACK:s olika kunskapsområden i form av cirklar samt skärningspunkter där kunskapsområdena kombineras (Mishra & Koehler, 2006). Se vidare: <http://tpack.org/>.

Skärningspunkterna tillsammans med de tre ursprungliga kunskapsområdena bildar sju kategorier som kan beskrivas på följande sätt (Mishra & Koehler, 2006):

- Content Knowledge – CK är lärarens kunskap om ämnet som ska undervisas i. Denna kunskap ska vara relevant utifrån den kontext som undervisningen sker i. Benämns som ämneskunskap i avhandlingen.
- Pedagogical Knowledge – PK är lärarens kunskap om processer och metoder för undervisning och lärande. Det handlar om att förstå hur eleverna lär sig, planera lektioner, utföra bedömningar och genomföra lektioner utifrån olika individers behov. Benämns som pedagogisk kunskap i avhandlingen.
- Technological Knowledge – TK är en kunskap som är under ständig förändring. Det är lärarens kunskap om att arbeta med teknik, verktyg och resurser samt förstå informationstekniken i stort och tillämpa den. Ramverket har främst används utifrån digital teknik men grundarnas tanke var från början att det kunde handla om både analog och digital teknik (Koehler, Shin, & Mishra 2012). Benämns som teknisk kunskap i avhandlingen.
- Pedagogical Content Knowledge – PCK är lärarens förmåga att väva samman sin pedagogiska kunskap med sin ämneskunskap. Läraren anpassar det pedagogiska upplägget utifrån ämnesinnehållet som ska läras ut samt har en medvetenhet kring svårigheter som kan upplevas av eleverna utifrån vad som ska läras ut och anpassar därmed det pedagogiska upplägget till detta. PCK är Schurmans (Shulman 1986) ursprungliga begrepp.
- Technological Content Knowledge – TCK är lärarens förmåga att använda sig av olika tekniska lösningar i klassrummet utifrån vilket ämnesinnehåll som den vill att eleverna ska ta till sig, men ämnesinnehållet kan också påverkas av tekniken. Den anpassar valen utifrån ämnet samt kontexten.
- Technological Pedagogical Knowledge – TPK innebär att lärarens val av pedagogik och teknik påverkar varandra. Läraren har kunskap som innebär att den anpassar vilken teknik som ska användas utifrån det pedagogiska upplägget och vice versa, vilket innebär nya förutsättningar för hur undervisningen kan bedrivas och tas till vara.
- Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK innebär att lärarens kunskaper kring teknik, pedagogik och ämnesinnehåll omsätts till kompetens som innebär att alla delar i ramverket påverkar och samverkar när undervisning bedrivs. Kontexten påverkar i hög grad vilka val som läraren gör.

3.4 Forskning kring TPACK

Vid sökning i databaser på sökordet TPACK blir det tydligt att ramverket är flitigt använt på olika sätt inom forskningen. En stor mängd forskare har använt, utvecklat, avgränsat, problematiserat och ifrågasatt detta ramverk. Ett antal litteraturstudier finns att tillgå utifrån hur forskare har valt att använda och se på TPACK. De visar alla på ett stort och ökande intresse för ramverket (Wu 2013; Chai, Koh, & Tsai, 2013; Rosenberg, & Koehler, 2015; Willermarks, 2016). I Wus metastudie från 2013 framkom att naturvetenskap och matematik var de två vanligast förekommande ämnesområdena när lärarnas TPACK studerades. Wu drog slutsatsen att det förmodligen beror på att naturvetenskap och matematik är mer abstrakt för eleverna än majoriteten av de andra ämnena. Lärare som undervisar i dessa ämnen kan vara mer benägna att använda teknik i undervisningen för att stötta eleverna. Trots det så använder många lärare i de naturvetenskapliga ämnena och i matematik fortfarande inte digitala verktyg i sin undervisning (Savec, 2017). I Willermarks studie (2016), som omfattar 107 forskningsartiklar mellan 2011 och 2016 som använt sig av TPACK, framkommer att en övervägande del av dessa artiklar bygger på kvantitativa studier. I dessa har TPACK undersökts med hjälp av lärarstudier eller aktiva lärare som har utfört en självskattning genom att ranka sin egen TPACK. Studien visar att det under de senaste åren har blivit mer vanligt med longitudinella studier och metoder där triangulering används för att öka tillförlitligheten i resultaten. En litteraturstudie från Moreno, Montoro och Colón 2019, där 37 vetenskapliga artiklar innehållande TPACK från 2013 till 2017 studerats, visar att endast en studie har genomförts på högstadiet. Resterande är fördelade på gymnasiet och låg- och mellanstadiet. I litteraturstudien påtalas ett behov av fler longitudinella studier och att det borde vara av intresse att i högre grad använda TPACK i studier som studerat lärare som undervisar på högstadiet.

Mishra och Koehler menar att det måste finnas en lyhördhet och känslighet hos lärarna när ny teknik används.

Good teaching, with technology, requires a shift in existing pedagogical and content domains (Mishra och Koehler 2013, sid 3).

De menar att god undervisning med hjälp av digitala verktyg kräver en förändring i både pedagogik och innehåll. Ny teknik kan inte användas på ett framgångsrikt sätt utan att det har gjorts en genomgång av det pedagogiska upplägget och ämnesinnehållet samt att en anpassning skett. Lärare i dagens skola som designar sin undervisning genom att utifrån ämnesinnehåll planera och genomföra vissa aktiviteter med olika verktyg kan visa på en utvecklad TPACK. Det finns forskning som tyder på att lärare som undervisar i de naturvetenskapliga ämnena kan ha god kunskap kring vilka digitala verktyg som finns att tillgå och hur de skulle kunna underlätta

undervisningen, men saknar kompetens för att utforma undervisningen utifrån den kunskapen och reflektera över sin användning (Jen, Yeh, Hsu, Wu, & Chen, 2015). Detta leder till att potentialen i verktygen inte används. Det påminner om Rostewall och Selanders (2010) sätt att se på vikten av att lärare designar lärandet som beskrevs tidigare i kapitlet.

Det finns forskning som riktar kritik mot att ramverket TPACK är allt för vagt och otillräckligt. Det finns även de som förkastar dess användbarhet helt och hållet (Parr, Bellis, & Bulfin, 2013), uttrycker kritik mot hur ramverket behandlar kontexten (Koh, Chai, & Tay, 2014; Rosenberg, & Koehler, 2015) och hur uppdelning och avgränsning av kategorier av kunskap görs (Angeli, & Valanides, 2009). Cox och Graham (2009) anser att definitionen av teknologisk kunskap (TK) är för vag. TPACK anses därför bli ett glidande ramverk eftersom ny teknologi hela tiden tillkommer och förändrar förutsättningarna. Koehler och Mishra (2005) uttryckte när de skapade ramverket att en vid definition av teknologi var nödvändig för att inte riskera att snabbt bli förlegad på grund av den snabba tekniska utvecklingen. I senare forskningsartiklar har de resonerat kring att det finns en viss problematik när definitionen är så vid (Koehler, Mishra, Kereluik, Shin, & Graham, 2014). En del av kritiken mot TPACK har resulterat i tolkningar av ramverket som inneburit en utveckling av det och därmed en rad modifieringar. Beroende på vilket syfte forskare haft med användningen av TPACK finns en mängd varianter som handlar om att förtydliga gränser, tydliggöra innehåll och göra det lättare att använda ramverket i utvecklingsarbete.

3.4.1 Utveckling av TPACK

För denna studies syfte och resultat är de olika modifieringarna av TPACK relevanta i olika omfattning. De som under studiens analysarbete upplevts ha högst relevans beskrivs kortfattat nedan.

TPACK-in-Practice utvecklades av Cox och Graham (2009) för att sätta fokus på lärarnas aktiviteter istället för på själva läraren och därmed även tydliggöra gränsdragningarna mellan de olika kunskaperna. Dessa gränsdragningar visualiserades genom detaljbilder på TPACK:s venndiagram där läraraktiviteter gavs som exempel för att förtydliga avgränsningarna. Cox och Graham var kritiska mot att TPACK var ett glidande ramverk och detta var ett sätt för dem att minska denna upplevda vaghet.

TPACK-practical är en kunskaps- och erfarenhetsbaserad modell framtagen genom delphiemetoden, med hjälp av erfarna lärarutbildare inom de naturvetenskapliga ämnena. När Yeh, Hsu, Wu Hwang och Lin (2013) tog fram modellen utgick de utifrån att de ansåg att det fanns en brist i att TPACK-modeller inte tog hänsyn till lärarens relaterade kunskaper, kompetenser och erfarenheter. Modellen bygger på åtta kunskapsområden och fem pedagogiska områden. När TPACK-practical (TPACK-P)

användes i praktiken framkom att lärarstuderande inte kan omsätta sina kunskaper om didaktisk användning av digitala verktyg, utan det behövs klassrumspraktik för att det ska ske (Hsu, Yeh, & Wu 2015). Samma sak gäller erfarna lärare där didaktiken måste sättas i ett kontextuellt sammanhang för att lärarna ska utveckla sin TPACK-P (Yeh, Lin, Hsu, Wu, Hwang, 2015).

TPACK-in-Action (Chai, et al., 2013; Koh, Chai, & Tay 2014) bygger på behovet av att utveckla kontexten i ramverket. Forskarna bakom TPACK-in-Action upplevde att allt för stor del av forskningen kring TPACK fäste för stor vikt vid de olika kategorierna och kontexten fick därmed inte tillräckligt med utrymme. Det medförde en uppdelning i fyra oberoende kontexter: Physical/Technological, Cultural/Institutional, Interpersonal och Intrapersonal. Dessa skapades för att tydliggöra kontexten, vad den skulle kunna innebära och hur den påverkar lärarnas undervisningsdesign. Även Mishra och Koehler menar att det finns ett problem med att forskare som har använt TPACK inte har tagit hänsyn till kontexten i tillräckligt hög grad. (Koehler, et al., 2014).

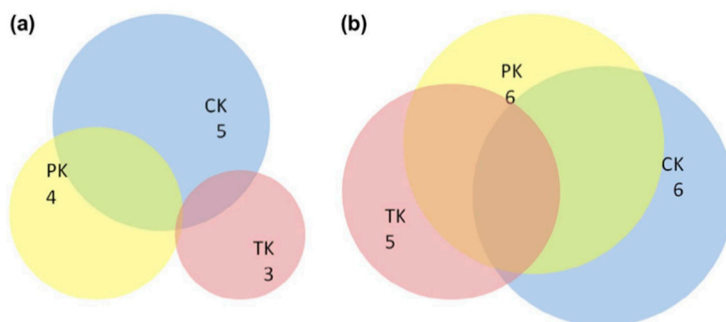
TPACK in situ realiserar TPACK i undervisningssituationen och flyttar fokus från lärarens intentioner och beskrivning av sin kunskap till hur detta omsätts till undervisningssituationen (Willermark, 2018). Att lyssna till lärares tankar om sin undervisningspraktik är en sak, men att studera hur de omsätter dessa i en undervisningssituation kan innebära något annat. Syftet med denna modifiering av ramverket är enligt Willermark (2018) en operationalisering av TPACK som stödjer lärares professionella utveckling i praktiken och därmed utvecklar digitala didaktiska design.

3.4.2 GATI för att utveckla TPACK

De modifieringar som kortfattat beskrivits ovan handlar främst om otydligheter som forskare har ansett att det har funnits behov av att förtydliga. Ett delvis annat sätt att se på det är att skapa en modell med fokus på att använda ramverket för att utveckla lärarnas TPACK. Krauskopf, Foulger, & Williams (2018) skapade med den utgångspunkten **GATI** (The Graphical Assessment of TPACK Instrument). GATI är ett grafiskt verktyg som lägger stor vikt vid venndiagrammet för att stödja varje lärare i sin utveckling av TPACK. Det traditionella venndiagrammet har blivit en symbol för TPACK och har utvecklats i olika riktningar vid flera av modifieringarna. I GATI skapar varje lärare ett personligt venndiagram som ger en bild av var man befinner sig när det gäller att integrera användning av teknik i undervisningen. Syftet är att ge lärare ett verktyg som utvecklar deras metakognitiva förmåga där de reflekterar kring sin professionella kunskap och därmed får en ökad förståelse för sin egen kompetens och vad man bör kunna för att effektivt undervisa med hjälp av digitala verktyg. Nilsson (2012, 2014) har i sin forskning visat att det reflekterande kollegiala samtalet

är en framgångsfaktor när lärares PCK ska utvecklas. Det finns därmed en anledning att tro att reflekterande kollegiala samtal även bör kunna användas i samband med GATI för att utveckla lärares TPACK

GATI har hittills använts i få forskningsstudier (Foulger 2015; Krauskopf et al. 2018). I figur 2 finns ett exempel på hur venndiagram utifrån GATI skulle kunna se ut. I den bild som betecknas med (a) har läraren uppskattat sin nuvarande kunskap inom de tre områdena och jämfört dem med varandra (storleken på cirklarna) för att sedan bedöma hur dessa samverkar och påverkar varandra (skärningspunkterna). I bilden som betecknas med (b) har samma sak gjorts men utifrån lärarnas önskade kunskaper och kompetenser, med andra ord den bild som de strävar efter att uppnå.



Figur 2
Anpassat venndiagram utifrån modifieringen GATI (Krauskopf, Foulger & Williams 2018 sid 157)

Krauskopf et al. (2018) uppmanar andra forskare att använda GATI tillsammans med lärare och dela med sig av resultaten. Detta för att undersöka om det skulle kunna vara ett effektivt sätt att arbeta med lärares professionella utveckling. Jag återkommer till GATI i diskussionskapitlet.

3.4.3 TPACK för att utveckla lärares kompetenser

GATI-modellen är ett exempel på hur TPACK skulle kunna användas för att utveckla lärares kompetenser. Det finns en rad studier som på olika sätt använt sig av TPACK-anpassat material för att integrera de digitala verktygen i undervisningen. En studie av Tanak (2018) som är genomförd på lärare som undervisar i de naturvetenskapliga ämnena visar att tonvikt på pedagogisk kunskap är en förutsättning för utvecklad TPACK. Om inte den pedagogiska kunskapen är utvecklad så är det svårt att utveckla sin TPACK, trots att den tekniska kunskapen finns.

Sultan och Aslan (2017) har undersökt om det finns någon generell skillnad i självförtroendet när det gäller TPACK:s olika kunskapsområden mellan erfarna

undervisande lärare och de som genomgår lärarutbildning. Det visade sig att undervisande lärare har ett betydligt större självförtroende när det gäller sin personliga TPACK medan de som genomgår lärarutbildningen skattar sig betydligt högre när det gäller sin personliga TK (teknologisk kunskap).

Holmberg (2019) problematiserar i sin doktorsavhandling TPACK:s oförmåga att skilja på att ha *kunskap om* teknisk och pedagogisk användning av digitala verktyg och *kunskap om hur* tekniken kan användas utifrån ett pedagogiskt syfte. Det kan innebära att lärare har en generell och teoretisk kunskap kring TPACK, vilket inte behöver betyda att den praktiska kompetensen kring hur och varför är utvecklad. Samtidigt lyfter Holmberg möjligheten att använda TPACK som ett konceptuellt ramverk för utveckling av undervisning. Han menar att det inte går att flytta ett specifikt pedagogiskt upplägg från ett sammanhang till ett annat, vilket stämmer överens med de grundläggande tankarna som finns med TPACK. Val av exempelvis digitala verktyg görs alltid i relation till ett antal faktorer och många av dem är unika för det speciella sammanhanget. Trots det sker enligt Holmberg en förändring hos lärarna när de får möjlighet att reflektera över hur andra gör och sätta det i relation till deras egna kontext. För att en förändring ska ske krävs att både lärare och elever är beredda att acceptera en förändring samt att den rådande skolkulturen tillåter detta. Kunskap och utveckling sker genom samspel och interaktion enligt det sociokulturella förhållningssättet. Det innebär i sammanhanget att förändringar sker när lärarna tillsammans reflekterar och diskuterar sina egna och andras uppfattningar om till exempel hur ett digitalt verktyg kan användas och till vad.

Willermark (2018) påvisar att det krävs omfattande arbetsinsatser under lång tid och praktiskt experimenterande för att utveckla lärares undervisningspraktik med digitala verktyg. Empirin från Willermarks avhandling är hämtad från ett nordiskt skolutvecklingsprojekt som pågick under tre år. I samband med att projektet genomfördes, så utvecklades och användes TPACK in situ när lärares TPACK skulle realiseras i undervisningspraktiken. Studien visar att undervisningen med hjälp av digitala verktyg behöver studeras och analyseras på detaljnivå för att sedan kunna utvecklas. Lärarnas utveckling bör förstås utifrån att den är av evolutionär karaktär snarare än revolutionär. En förändring kräver tid och experimenterande måste ske på vägen, vilket visar att det är en komplex fråga.

3.5 TPACK i denna studie

I denna studie används TPACK för att visa komplexiteten vad som är framgångsrik undervisning med hjälp av digitala verktyg. TPACK ses i studien som ett konceptuellt ramverk som hjälper till att få syn på hur och i vilket sammanhang de digitala verktygen används och hur lärarna väljer att designa sin undervisning. Det finns inget sätt som är det enda rätta, men med hjälp av TPACK kan lärarnas medvetenhet och

aktiva val diskuteras på ett strukturerat sätt. Utvecklingen av TPACK som beskrivs i kapitlet har varit inspirerande i metodval och analysarbete, men ingen av modifieringarna som beskrivs har använts fullt ut. Kritik och skepticism mot ramverket har påverkat mig som forskare genom en ökad uppmärksamhet på exempelvis kontextens betydelse när lärarna resonerat kring sin användning av digitala verktyg. Mishra och Koehler menar:

The TPACK framework also functions as a theoretical and a conceptual lens for researchers and educators to measure preservice and in-service teachers' readiness to teach effectively with technology. (Mishra, & Koehler 2013, sid 4)

I studien finns ett intresse av att undersöka om de digitala verktygens potential används och i så fall på vilket sätt. Mishra och Koehlers beskrivning ovan om TPACK som en möjlighet för forskare känns då högst relevant, trots att denna studie inte mäter effekter utan studerar komplexiteten kring kompetenser, hur de synliggörs och används. TPACK utgör en viktig del i analysen och i de efterföljande diskussionerna. Det ena handlar om att göra en lägesbeskrivning utifrån lärarnas berättelser och genomförda observationer, men med hjälp av GATI används ramverket även för att blicka framåt och se på en möjlig utveckling.

4 METOD

I detta kapitel redogörs för studiens design, de metoder som har använts och hur analysprocessen har gått till. Utifrån metodvalet diskuteras studiens styrkor och svagheter. Det finns även en beskrivning av hur datainsamlingen genomförts, hur urvalet gick till och hur det kan ha påverkat resultatet. Avslutningsvis görs en genomgång av analysprocessen.

4.1 Studiens design

För att uppnå studiens syfte och skapa en ökad förståelse för hur undervisningspraktiken påverkas av lärares val och olika kunskaper valdes en metod som gör det möjligt att studera sammanhangen på djupet. Den har fokus på att öka förståelsen för hur lärares kompetenser, val av digitala verktyg och pedagogiska förhållningssätt i relation till ett specifikt ämnesinnehåll kan påverka den digitala undervisningspraktiken i de naturvetenskapliga ämnena. Studien är kvalitativ med en hermeneutisk ansats. Enligt hermeneutiken finns inga absoluta sanningar vilket innebär att en studie som denna bidrar med kunskap i form av ökad förståelse för företeelser som studerats. Denna ökade förståelse kan sedan omvandlas till handlingar som resulterar i utveckling av undervisningen.

Insamling av data skedde under ett avgränsat arbetsområde på två olika skolor. Flera olika metoder användes. Fyra lärare studerades genom observationer och intervjuer. Data som samlades in handlade om hur lärarna valde att använda digitala verktyg i sin naturvetenskapliga undervisningspraktik samt deras tankar kring användningen. Med detta som utgångspunkt har studiens design utformats och beskrivits som en kvalitativ fallstudie (Case Study) med en hermeneutisk ansats. En innehållsanalys genomfördes och ramverket TPACK användes vid den senare delen av analysarbetet.

4.1.1 Fallstudier

Att få en ökad förståelse för hur lärarna väljer att lägga upp sin undervisning, hur deras kunskaper samverkar och påverkar varandra är exempel på komplexa frågor som berörs i studien. Denna typ av frågor, företeelser och sammanhang behöver studeras på olika nivåer och med olika perspektiv, vilket kan göras med hjälp av fallstudier. Inledningsvis genomfördes observationer som följdes upp med intervjuer där specifika frågor ställdes, men där lärarna också fick en möjlighet att berätta om sin undervisning. På så sätt identifieras relevanta faktorer som påverkar lärarnas val av digitala verktyg. Valet att använda fallstudie som metod, där flera variabler samverkar och påverkar varandra, kändes därmed naturligt. Cohen, Manion och Morrison (2011) menar att fallstudier lämpar sig då det finns behov av att studera skeenden på djupet samt att sätta de olika delarna i ett sammanhang och samtidigt se en helhet. Att använda sig av flera olika metoder, såsom intervjuer och observationer, lämpar sig vid fallstudier och vilka metoder som används bestäms av behoven (Boyle & Schmierbach, 2015; Patel & Tibelius, 1987).

Enligt Bryman (2011) är den vanligaste kritiken mot fallstudier att de är subjektiva, svåra att replikera och generalisera samt att de ofta brister i transparens. Det är av stor vikt i en kvalitativ studie att beskriva bakgrund och sammanhang, om studiens resultat ska kunna användas tillsammans med andra studier (Yin, 2003). I detta metodkapitel finns en noggrann beskrivning av studiens upplägg, genomförande, hur datainsamlingen har skett samt hur urvalet genomförts. Detta för att göra studien så transparent som möjligt och därmed ge läsaren en möjlighet att bilda sig en egen uppfattning om studien i sin helhet.

4.1.2 Semistrukturerade intervjuer

I studien har sex intervjuer genomförts. De första två genomfördes parvis, medan resterande var enskilda intervjuer med respektive lärare. Samtliga intervjuer var av semistrukturerad karaktär för att underlätta diskussionen kring komplexa frågor både på djupet och ur ett helhetsperspektiv.

Syftet med intervjuerna var främst att lärarna skulle beskriva hur de använde digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken och vilka tankar de hade kring utvecklingen av användningen. Det fanns förberedda frågor där flera av dem var av öppen karaktär, se bilaga 2. De som intervjuades fick följdfrågor och uppmanades att själva utveckla sina svar. Boyle och Schmierbach (2015) anser att ledande frågor kan vara positivt att använda vid kvalitativa intervjuer. Då som ett sätt att pröva tillförlitligheten i svaren som ges av de intervjuade. Ledande frågor förekom i denna studie för att exempelvis jämföra observationer i de digitala rummen med hur lärarna beskrev användningen av rummen.

Intervjuerna gör inte anspråk på att vara en komplett beskrivning av lärarnas arbete utan berör endast en liten del av vardagen. Det överensstämmer med Silvermans syn, det vill säga att intervjuer kan ses som exempel på verkligheten (Silverman, 1985). En intervju kan beskrivas som ett samtal med struktur och syfte (Kvale, & Brinkman, 2009). Ibland övergick intervjuerna i studien mer till ett samtal. Samtal som verktyg fungerar på olika sätt, med varierande framgång i olika situationer (Rautalinko, 2013). Boyle och Schmierbach (2015) menar att det är värdefullt vid kvalitativa intervjuer att lämna utrymme för den som blir intervjuad att utveckla sina svar och för intervjuaren att kunna anpassa sin intervju till svaren. Under semistrukturerade intervjuer tillåts forskaren att hitta denna balans mellan planerade frågor och nya idéer som kan uppstå under en intervju. Kvale och Brinkman (2009) betonar vikten av att vara en aktiv lyssnare som intervjuare. Detta för att kunna följa upp med lämpliga andrafrågor, så kallade följdfrågor.

Enligt Watts och Ebbutt (1987) ökar mängden diskussioner betydligt vid gruppintervjuer. Därmed kan mängden svar och argument öka. Det innebär att flera synvinklar presenteras, vilka kan komplettera varandra, alternativt ge flera olika bilder (Arksey & Knight, 1999). Att skapa möjligheter för diskussion mellan lärarna var ett tungt vägande skäl till att dessa parintervjuer genomfördes. Vid dessa diskussioner framkom lärarnas sätt att se på undervisning och valen de gjorde på ett tydligt sätt, vilket var av vikt i studien. Vid gruppintervjuer är det vanligt att någon av deltagarna dominerar samtalet. Watts och Ebbutt (1987) menar att vid parintervjuer kvarstår en stor del av de fördelar som finns med enskilda intervjuer i förhållande till gruppintervjuer. Patton (1990) menar att en stor fördel med enskilda intervjuer är att den enskilde personens tankar och erfarenheter framkommer. Det kan vara lättare för den som blir intervjuad att uttrycka sina åsikter utan påtryckningar från någon annan i gruppen, samtidigt som det finns en risk att forskaren påverkar intervjupersonen. Vid de enskilda intervjuerna i studien kunde varje lärare berätta om sina tankar och erfarenheter utan att vara beroende eller påverkas av sin kollega. Möjligheten fanns därmed också att ställa specifika frågor från observationerna samt frågor från parintervjuerna. I och med att både enskilda och parvisa intervjuer användes i studien så kunde nackdelarna med de parvisa vägas mot fördelarna med de enskilda och vice versa.

4.1.3 Observationer

Vad människor framför vid exempelvis intervjuer är en viktig källa vid kvalitativ forskning. För att till fullo förstå komplexiteten i en del situationer kan dock observationer vara nödvändiga (Patton, 1990). Observationer är en av de grundläggande metoderna i den empiriska forskningen och kan ha olika karaktärer. I studien genomfördes klassrumsobservationer, observationer av lärarnas planeringsarbete samt observationer i digitala rum. Patel och Davidsson (2003) menar att det är tidsödande som forskare att använda sig av observationer som metod.

Samtidigt menar de att det är en bra grund för studier där data sedan samlas in med hjälp av andra metoder. När observationer planeras finns en mängd frågor som bör ställas för att studien ska genomföras på bästa sätt och hålla så hög reliabilitet och validitet som möjligt (Cohen et al. 2011). I vilken grad observationerna ska vara direkta eller indirekta samt systematiska eller osystematiska är exempel på ställningstaganden. När studien designades konstaterades att direkta observationer som görs när de inträffar inte skulle vara tillräckligt. Det skulle finnas ett behov av att i efterhand och vid upprepade tillfällen studera vad som utspelades i klassrummet, hur läraren uttryckte sig och att se på dessa delar i förhållande till vad som framkom vid intervjuerna. Det innebar att ljudupptagningar och filminspelningar gjordes.

Vid studiens olika observationer skiljde sig mitt deltagande som forskare åt, men sammanfattningsvis var rollen tillbakadragen. Graden av deltagande för forskare bör enligt Cohen et al. (2011) skilja sig åt beroende på sammanhang och syfte med observationen. Cohen delar in graden av deltagandet på följande sätt:

1. Den deltagande observatören är medlem i gruppen och en del av den.
2. Den delvis deltagande observatören är medlem i gruppen men har rollen observatör.
3. Observatören som deltagare är inte medlem i gruppen men bidrar till viss del i diskussionerna.
4. Den rena observatören observerar endast och påverkar observationen i så låg grad som möjligt.

DeWalt och DeWalt (2011) anser att det finns flera fördelar med att genomföra deltagande observationer. Kvaliteten på materialet höjs, samt att det ger ökade möjligheter att tolka materialet på ett kvalitativt sätt. Enligt studiens hermeneutiska anslag är det inte heller möjligt att ställa sig själv helt och hållet utanför en kontext som undersöks (Kristensson Ugglå, 2004). Ett visst deltagande kan även uppmuntra forskaren till nya forskningsfrågor och hypoteser, vilket i sin tur kan höja studiens kvalitet. Lärarna på Backskolan uttryckte sig mycket positivt till att jag som forskare var lärare i grunden. Vid det inledande planeringsarbetet av ämnesområdet var observationerna av deltagande karaktär (punkt 3 ovan). Syftet med deltagandet var att få en fördjupad förståelse för lärarnas planeringsarbete vilket underlättades genom min bakgrund och därmed ökade acceptans hos lärarna. Ibland fanns det skäl att be dem fundera en gång till, när de tenderade att skynda vidare i diskussionerna utan att ha fastställt en fullständig planering. Det handlade även om att föra dem tillbaka till själva planeringsarbetet eftersom de ibland tenderade att komma in på sidospår som inte var relevanta i sammanhanget. Hade det varit en ren observation så hade inte heller möjligheten funnits att ställa följdfrågor som i sin tur gav en fördjupad förståelse för lärarnas val. Vid klassrumsbesöken var syftet att genomföra så rena observationer som möjligt (punkt 4 ovan). Undervisningen planerades och

genomfördes av läraren. Det var av vikt att lärarens val framkom och studerades, vilket hade kunnat påverkas om min roll varit av mer deltagande karaktär. Som forskare befann jag mig i det fysiska klassrummet, men utan att delta i några diskussioner eller svara på några frågor som hade med själva undervisningen att göra. Vid observationstillfällena fördes anteckningar och besöken filmades med fokus på lärarens agerande. Vid observationerna i de digitala rummen var jag en ren observatör (punkt 4 ovan). Eleverna hade fått information om att jag hade tillgång till deras Classroom och Facebookgrupp, men inget tydde på att de ändrade sin kommunikation på grund av detta. När observationer görs av hur ungdomar interagerar i sociala medier bör det finnas en medvetenhet om att det finns ett vänskapsperspektiv där det exempelvis ingår att bekräfta varandra (Boyd, 2010; Manago, Taylor, & Greenfield, 2012). Om frekvensen av inlägg och innehåll hade studerats i detalj hade det behövts ta hänsyn till. Nu skedde observationerna med ett övergripande syfte och till viss del för att identifiera skillnader mellan plattformarna Classroom och Facebook.

Vid några tillfällen skedde endast direkta observationer och då fördes anteckningar som användes i det inledande skedet av analysarbetet. Exempel på sådana tillfällen var när läraren kommenterade något innan eller efter en lektion när ingen filminspelning eller ljudupptagning var igång. Vid planeringsarbetet på en av skolorna blev det inplanerade tillfället inställt och därmed skedde endast direkta observationer vid detta planeringstillfälle. Anteckningar om vad som sades gjordes i direkt anslutning till respektive tillfälle. I de digitala rummen skedde observationer både under och efter klassrumsbesök och intervjuer. Vad som skedde i dessa digitala rum var också möjligt att studera vid upprepade tillfällen. Samma sak gällde de lärarproducerade faktafilmer som användes under arbetsområdet. I studien genomfördes således både direkta och indirekta observationer.

4.1.4 Filminspelning och ljudupptagning

Intervjuer och observationer dokumenterades genom filminspelningar och ljudupptagningar. Att förlita sig på minnet, att göra anteckningar under tiden samt att efteråt formulera sig mer noggrant, kan omedvetet innebära att ett selektivt filter läggs på data (Kvale, & Brinkman, 2009). Att föra omfattande anteckningar under samtalet kan distrahera och avbryta samtalsflödet, vilket kan påverka resultatet negativt enligt Kvale och Brinkman (2009). Derry et al. (2010) menar att filminspelningar vid studier innebär utökade möjligheter, men också i viss mån nya utmaningar att ta hänsyn till. Utmaningarna har kategoriserats utifrån a) hur ska urvalet ske, b) vilken analysmetod lämpar sig för materialet, c) tekniska hjälpmedel som behövs i arbetet, samt d) etiska dilemman vid filmning. Forskare behöver ta ställning till dessa utmaningar innan de beslutar sig för om och i så fall hur filminspelningen ska gå till. Goldman, Pea, Barron och Sharron (2007) menar att en

forskare också behöver vara medveten om att de som blir filmade alltid blir påverkade. Vid klassrumsobservationerna fanns anledning att dokumentera lärarnas agerande och genomförande av lektionerna. Filminspelningarna gav möjligheten att se vad som hade skett under lektionerna både inför de efterföljande intervjuerna samt vid analysarbetet. Filminspelningarna gjordes med iPad och mobiltelefon på stativ. Till en av enheterna var en extern mikrofon kopplad för att i möjligaste mån säkerställa ljudkvaliteten.

Vid planeringsarbetet och intervjuerna skedde ljudupptagning. Fokus vid dessa tillfällen var lärarnas berättelser, vilket i detta sammanhang innebar att det var tillräckligt med ljudupptagning. Vid dessa användes mobiltelefoner som placerades på bordet som deltagarna samlades runt.

4.2 Urval

De fyra lärare som ingick i studien arbetade på två olika skolor. I studien görs ingen jämförelse eller skillnad mellan kvinnor och män. Oavsett kön så benämns lärarna "han" när de refereras till i studien. De båda skolorna benämns Planskolan och Backskolan. Skolorna och lärarna har till viss del olika förutsättningar, bakgrund och styrkor. När valet föll på dessa, fanns det med som ett kriterium. De fyra lärarna var behöriga att undervisa i åk 7–9 i kemi, fysik och biologi, men hade genomgått olika utbildningar för att nå dit. När urvalet gjordes var ett kriterium att lärarna skulle ha yttre förutsättningar att använda digitala verktyg i sin undervisningspraktik. Digitala verktyg skulle finnas på skolan i tillräckligt stor omfattning för att undervisning skulle kunna bedrivas utan att lärarna upplevde någon brist på dessa. De skulle ha en skolledning som bedrev skolutveckling där digitala verktyg var en del i den utvecklingen. Valen av lärare gjordes i samråd med respektive rektor.

Lärare 1 och 2 hade en rektor som såg stora möjligheter med digitala verktyg i undervisningen och drev på denna utveckling. Det fanns god tillgång till teknik på skolan och möjlighet till stöd och hjälp av skolans IT-pedagog. Rektorn beskrev lärarna som intresserade av naturvetenskap och med goda ämneskunskaper. De hade börjat använda digitala verktyg i undervisningen och lärarna själva uttryckte vid första träffen att de inte skulle vilja vara utan dem. Däremot kände de sig inte alltid säkra på hur och till vad. Eleverna på skolan kom från skilda sociala och kulturella bakgrunder. Det senaste året hade många nyanlända tagits emot på skolan.

Lärare 3 och 4 arbetade på en skola där användning av digitala verktyg inte genomsyrade skolans arbete. Rektorn beskrev dessa lärare som goda pedagoger som ofta hade diskussioner kring hur undervisningen bedrevs. Dessa två lärare hade själva ett driv när det gällde att utveckla sin undervisning och de såg att de digitala verktygen kunde bidra. De var länge avvaktande till att lyfta in digitala verktyg i sin undervisning. Det var först när de såg konkreta möjligheter och resultat som detta

gjordes. Dessa lärare hade uppmärksammats för hur de valde att använda digitala möjligheter i ”flippad undervisning”. Lärare 3 hade ett annat modersmål, vilket användes när läraren skapade faktafilmer på två olika språk. Lärare 4 arbetade i bakgrunden och stöttade inledningsvis i produktionen. Lärarna ingick inte i samma arbetslag, men samarbetade och förde frekvent pedagogiska samtal med varandra, vilket innebar att de fick en ökad kunskap och förståelse för sitt arbete. En stor majoritet av eleverna på skolan hade ett annat modersmål än svenska.

Tabell 1. Översikt lärare i studien

Tabellen innehåller grundläggande relevant information om de fyra lärare som ingår i studien.

Lärare	Antal år som undervisande lärare	Skola samt årskurs	Övrigt
Lärare 1	20 år som lärare	Backskolan, åk 9	
Lärare 2	14 år som lärare	Backskolan, åk 9	
Lärare 3	10 år som lärare	Planskolan, åk 8	Annat modersmål
Lärare 4	12 år som lärare	Planskolan, åk 7	

4.2.1 Deltagarnas roller

Studien följer fyra lärare och deras undervisning. Fokus ligger på lärarna, samtidigt som elever deltar för att lärarnas undervisning och hur de stöttar eleverna i sitt lärande ska kunna observeras.

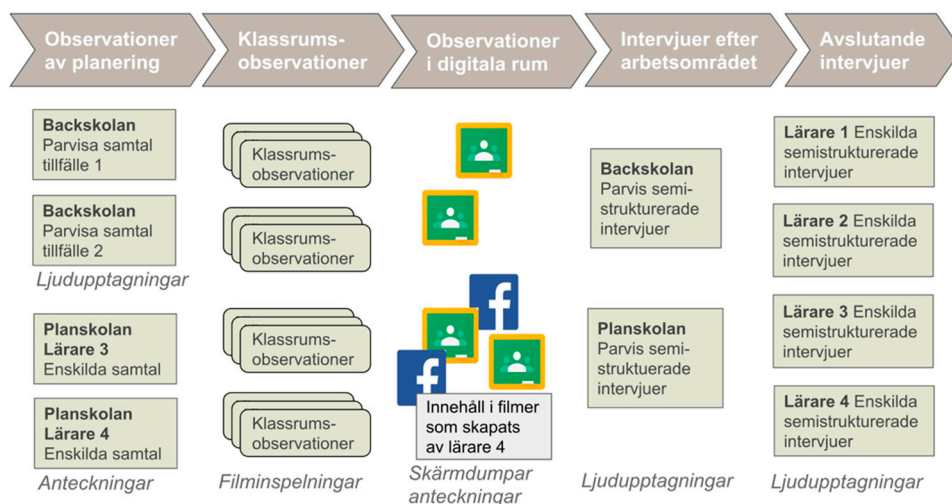
Lärarna studerades i sitt planeringsarbete, i undervisningssituationer i klassrummet, men även i de digitala rummen samt under deras uppföljning och efterarbete. I och med att studien intresserar sig för hur lärarna kommunicerar naturvetenskap och använder sina olika kompetenser blir också eleverna en del av datainsamlingen. Både fysiska möten i klassen samt det som sker i de digitala rummen har studerats, vilket innebar information och kommunikation på flera olika sätt.

4.3 Datainsamling

Insamling av studiens data skedde under vårterminen 2016. Fokus var på lärarnas upplevelser, men vid lektionsbesöken samt observationer i de digitala rummen deltog även elever. Utifrån studiens design så skedde insamling av data på följande sätt:

- Deltagande observationer av planeringstillfällen. Följdfrågor ställdes och problematiseringar gjordes för att få en tydlighet i hur lärarna tänkte lägga upp arbetet. Ljudupptagning genomfördes på en av skolorna, medan anteckningar fördes på den andra.

- Klassrumsobservationer genomfördes vid tre undervisningstillfällen per klass. Dessa dokumenterades i form av filminspelningar med fokus på läraren.
- Observationer i klassernas digitala miljöer (Google Classroom och Facebookgrupper) utfördes parallellt med arbetsrådets genomförande. Det som berörde studiens frågeställningar dokumenterades i form av skärmdumpar för att kunna studeras i ett senare skede.
- Observationer av faktafilmer som en av lärarna skapade och publicerade på Youtube under arbetsområdet. Observationer av olika quiz som användes.
- Parvisa intervjuer genomfördes med lärarna när arbetsområdet var avslutat. Ljudupptagningar skedde vid dessa intervjuer.
- Enskilda intervjuer med var och en av lärarna genomfördes vid slutet av terminen. Ljudupptagning gjordes av dessa intervjuer.



Figur 3. Översikt datainsamling

Figuren ger en överblick över studiens datainsamlingen. Här kan utläsas vilka typer av observationer som gjordes, mängden observationer, i vilken ordning samt hur dokumentationen skedde.

Lärarna uttryckte att arbetsområdena som följdes i studien av olika skäl inte genomfördes till fullo på det sätt som var tänkt från början. Skälen var exempelvis att klasserna på Backskolan i anslutning till studien skulle på studieresa samt att de strax efter studien skulle genomföra nationella prov i NO. Lärarna uttryckte en viss oro över de nationella proven när de under arbetsområdet fick veta att deras klasser hade blivit tilldelade ett ämnesområde som de upplevde att de under året inte hade berört i tillräckligt hög grad i sin undervisning. Därför disponerades timmar om under klassrumsobservationerna för att prioritera genomgångar inom ett annat ämnesområde. På Planskolan deltog en av lärarna i en studieresa med en annan klass

under denna period, vilket innebar att lektioner till viss del flyttades. Problematiken att få tillgång till det som ska undersökas lyfter Cohen et al. (2011) som ett vanligt förekommande problem för forskare. Trots medvetenheten om detta innan studien började och planering i god tid med de inblandade, så påverkade detta planeringsarbetet på en av skolorna samt klassrumsobservationerna. Tre klassrumsobservationer genomfördes som planerat per klass, men alla hade inte övervägande relevant innehåll utan innehöll till viss del annat än vad som var planerat.

4.3.1 Observationer av planeringstillfällen

De två lärare som undervisade på samma skola arbetade med samma arbetsområde i sina respektive klasser under studien. Det innebar att de gjorde viss samplanering innan de startade upp arbetsområdet, de hade diskussioner under tiden, samt gemensamma reflektioner efteråt. Det underlättade för studien, eftersom det fanns naturliga diskussioner mellan lärarna som till viss del dokumenterades genom ljudupptagningar och som låg till grund för de avslutande semistrukturerade intervjuerna och kunde användas i analysarbetet. Dessa planeringstillfällen genomfördes på respektive skola i en miljö där de kände sig hemma. På den ena skolan blev det gemensamma planeringstillfälle då observationer skulle göras inställt. Det innebar att de två lärarna utbytte tankar om arbetsområdet innan och under arbetet, men planerade i en större omfattning på egen hand. För studien innebar det att det planeringstillfälle som skulle observeras på Planskolan i stället blev direkta observationer med var och en av dessa lärare och någon ljudinspelning skedde inte, utan den planerade observationen blev mer ett samtal där anteckningar fördes. Dessa samtal skedde i ett hörn av lärarrummet, vilket innebar vissa distraktioner och avbrott.

4.3.2 Observationer vid undervisningstillfällen

Val av arbetsområde som lärarna undervisade i under studien gjordes av lärarna själva, dock under några premisser: arbetsområdet skulle genomföras under vårterminen 2016, under 3–6 veckor och det skulle ske parallellt i två olika klasser med klassens respektive lärare.

På Backskolan skedde klassrumsobservationer i åk 9 i ämnet biologi inom arbetsområdet evolutionslära. De två lärare som ingick i studien tillhörde samma arbetslag och hade tillsammans fem klasser som parallellt arbetade med samma arbetsområde. Klassrumsobservationerna skedde i en klass per lärare. Under lektionerna som filmades var en liten del lärarledd och under en stor del arbetade eleverna på egen hand eller parvis. Vid ett av tillfällena redovisade eleverna parvis ett arbete som skett under arbetsområdet. På Planskolan var det ämnet fysik och

arbetsområdet ellära som studerades i en 7:a och en 8:a. Dessa rena klassrumsobservationer innehöll en större del lärarledd undervisning samt laborationsmoment.

4.3.3 Uppföljande intervjuer

Efter arbetsområdet genomfördes parvisa intervjuer på respektive skola. Dessa var semistrukturerade intervjuer av samtalskaraktär kring den undervisning som skett inom arbetsområdet. Anteckningar från klassrumsobservationerna användes i förberedelsearbetet. Fördelar och nackdelar med hur arbetsområdet genomfördes diskuterades och utvärderades. Det fanns även utrymme för lärarna att allmänt beskriva hur de arbetar med digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Lärarna var inte eniga i alla diskussioner, vilket innebar att de utvecklade sina tankar och en ökad mängd data framkom. Underlag för att skapa intervjufrågor inför de efterföljande enskilda intervjuerna hämtades från dessa parvisa intervjuer.

Vid de avslutande enskilda intervjuerna fick lärarna en större möjlighet än tidigare att beskriva sina tankar om sin undervisning och val de gör, utan att påverkas av kollegan. De frågor som var förberedda innan intervjun baserades på tidigare observationer och samtal, vilket gjorde att en del av dem ställdes till alla lärare, medan andra var specifika för en viss lärare. De förberedda frågorna följdes upp med en rad följdfrågor som uppstod under intervjun. De förberedda frågorna ställdes inte i en specifik ordning, utan fokus låg på det naturliga samtalet där de som blev intervjuade var med och styrde.

4.3.4 Bearbetning av insamlade data

Vid planeringsarbetet, under observationerna, samt vid klassrumsbesöken fördes anteckningar. Dessa anteckningar analyserades och vid behov kunde fördjupande och förtydligande frågor ställas vid efterföljande intervjuer. Klassrumsbesöken filmades, men dessa transkriberades inte utan användes när specifika delar av anteckningarna behövde kontrolleras. Även lärarna fick ta del av de filmade klassrumsbesöken innan de avslutande intervjuerna. De fick i uppdrag att välja ut ett specifikt avsnitt som de hade uppmärksammat och ville diskutera vid den avslutande intervjun. Här skedde dock inte reflektioner utifrån forskningsfrågorna från lärarnas sida i den omfattning som förväntats, vilket gjorde att momentet inte fick någon betydelse i analysarbetet.

Vad som skedde i de digitala rum som användes i undervisningen dokumenterades. Detta skedde med hjälp av skärmdumpar. I skärmdumparna finns information kring vem som aktivt bidragit med innehåll, vilken typ av innehåll samt om verktygets möjligheter använts.

Vid bearbetningen av insamlade data skedde hela tiden en förflyttning mellan helhet och delar samt förförståelse och ny förståelse. Under denna process gjordes tolkningar i överensstämmelse med den hermeneutiska ansatsen.

4.3.5 Triangulering av data

Data som samlats in är genomgående av kvalitativ karaktär, i form av observationer och intervjuer. Dessa kompletterar varandra och ger därmed olika perspektiv i och med att informationsinhämtning sker på flera olika sätt med olika personer. Vid analys av data genomfördes metodtriangulering utifrån att data är insamlade med hjälp av olika metoder samt vid olika tillfällen. Att använda triangulering innebär enligt Cohen et al. (2011) att eventuella svagheter i var och en av metoderna minskar när de kombineras. Ett exempel som Cohen lyfter är att observationer riskerar att bli selektiva, vilket kan dämpas när triangulering av data används. Att flera olika källor och metoder styrker resultatet menar även Tracy (2010), samtidigt som hon påpekar att det finns viss kritik mot triangulering. Samma slutsats garanterar inte nödvändigtvis en förbättrad noggrannhet och ett resultat som i högre grad är korrekt, eftersom det inte finns en enda sann verklighet, helt i samklang med det hermeneutiska perspektivet. Beskrivningar tolkas och för att öka trovärdigheten görs jämförelser med exempelvis observationer i klassrummen eller i de digitala rummen. Det innebär att den bild som läraren gav vid intervjun förstärktes vid en observation, men det fanns även tillfällen då det motsatta skedde. Det innebar att det fanns en ökad möjlighet att analysera lärarnas kompetenser när triangulering användes.

4.4 Studiens trovärdighet

En kvalitativ studie där data samlas in via semistrukturerade intervjuer ställer andra typer av krav på validitet och reliabilitet än en kvantitativ studie. Ett sätt att säkerställa kvaliteten i en kvalitativ studie är enligt Tracy (2010) att titta på forskningen ur åtta olika perspektiv. Jag använder mig här av Pennegårds (2019) översättning till svenska; relevant ämne (worthy topic), noggrannhet i processer (rich rigor), uppriktighet i beskrivningar (sincerity), trovärdighet (credibility), engagerande (resonance), signifikant bidrag (significant contribution), etiskt förhållningssätt (ethical) och meningsfull koherens (meaningful coherence). Även om vart och ett av dessa åtta perspektiv inte specifikt diskuteras i denna studie så är de alla beaktningsvärda och högst relevanta. Kvale och Brinkman (2009) betonar en beskrivning av hur förfarandet gått till på ett så noggrant sätt som möjligt i de olika momenten är ett lämpligt sätt att säkerställa trovärdigheten i denna typ av studie. De menar vidare att styrkan i kvalitativa forskningsintervjuer ligger i tillträde till intervjupersonernas

vardagsvärld och därmed perspektiv som annars inte varit möjliga. Detta har i denna studie tagits till vara vid de semistrukturerade intervjuerna. Ett sätt att öka validiteten är att se det som beforskas ur flera synvinklar och om möjligt hämta information från flera källor. Detta har tillämpats i studien och beskrivs under rubriken Triangulering av data i detta kapitel.

4.4.1 Trovärdighet utifrån urvalet

Urvalet av lärare som deltagit i studien gjordes utifrån flera parametrar som finns beskrivna mer ingående under rubriken Urval. De deltagande lärarna var lärare som använde digitala verktyg sedan tidigare, men som inte ansågs ligga i framkant. En annan parameter vid urvalet var att de yttre förutsättningarna skulle finnas i form av främst god tillgång till digitala verktyg. Hade detta saknats så hade en uppenbar risk funnits att lärare väljer det som ett argument för att inte lyfta in de digitala verktygen i sin undervisning och därmed blir det problematiskt att gå på djupet och diskutera deras val.

Antalet lärare som ingick i studien var fyra stycken vilket innebär att resultatet skulle kunna ifrågasättas ur ett statistiskt perspektiv. Syftet med studien var att gå på djupet och få en ökad kunskap om och förståelse för betydelsen av hur lärare väljer att använda digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Eftersom målet inte är att generalisera utan att skapa kunskap och förståelse så bör inte detta vara problematiskt för det slutgiltiga resultatet.

4.4.2 Trovärdigheten vid intervjuer

Observationer och intervjuer kan till viss del återupplevas genom ljudupptagningar och filminspelningar, vilket var ett sätt att öka reliabiliteten i studien. Det innebär att skeendena är sparade och därmed kan studeras vid upprepade tillfällen för att kontrollera att de har uppfattats så korrekt som möjligt (Patel, & Davidsson 2003). Intervjuerna har transkriberats och därmed finns en sökbar text. Detta är ännu ett sätt att försöka säkerställa att delar i materialet inte utelämnas.

Ledande frågars påverkan på validiteten är ett exempel på kritik som finns när intervjuer används vid insamling av data. Kvale och Brinkman (2009) menar att vid kvalitativa intervjuer kan det vara positivt att använda ledande frågor som ett sätt att pröva tillförlitligheten i svaren som ges av de intervjuade. De menar att därmed minskar inte reliabiliteten när denna typ av frågor används utan ökar snarare. Boyle och Schmierbach (2015) menar att ledande frågor kan vara ett sätt för forskaren att förstå det bakomliggande resonemanget hos den som intervjuas och få den att förstå frågans fokus. Detta skedde i denna studie när observationer i de digitala rummen visade en sak, men intervjuerna med lärarna en annan. Då ställdes ledande frågor för

att på djupet förstå hur lärarnas kompetens kring användningen sammanföll med hur de digitala rummen användes. Ledande frågor förekom både medvetet och omedvetet. Eftersom ljudupptagningar gjordes vid intervjuerna så blev det synligt vid analysarbetet om ledande frågor användes omedvetet. När detta skett så har den delen av materialet inte använts.

4.4.3 Objektivitet vid observationer och intervjuer

Forskaren är en del av det som undersöks och därmed är det mer eller mindre en omöjlighet att vara helt objektiv (Cohen et al., 2011). Även i denna studie finns denna bias. Hur mycket detta har inverkat på resultatet är svårt att säga men enskilda intervjuer har förhoppningsvis inte påverkat helhetsresultatet. Aspers (2011) menar att integrering i forskningsfältet kan innebära en minskad objektivitet som bör värderas. Det blir extra tydligt när en kvalitativ forskningsmetod används. Studiens hermeneutiska ansats visar vägen för att tolkningar sker och dessa görs utifrån en viss aspekt (Ödman 2007). Hansson skriver i sin avhandling (2014) att som forskare ska man kunna använda sina egna erfarenheter som data. Särskilda metodiska överväganden måste dock göras.

Min bakgrund är som lärare inom bland annat de naturvetenskapliga ämnena, med erfarenhet av olika typer av insatser när det gäller lärarfortbildning. Dessa erfarenheter baseras på rollen som IT-pedagog, utbildare, arrangör och organisatör av fortbildning. Det innebär exempelvis erfarenhet av vad som är mer eller mindre framgångsrikt, vilket innebär att följdfrågorna som ställts vid intervjuerna ofta var relativt ingående. Det betyder att jag som forskare i studien har en reflexiv ansats och tar till vara mina kunskaper och erfarenheter samt observerar mitt agerande. Tysta och dolda problem har därmed lättare kunnat synliggöras.

Vid det första inledande samtalet med lärarna från Backskolan uttryckte de sig mycket positivt när de fick vetskap om att jag som skulle genomföra studien var utbildad lärare. De hade deltagit i ett annat forskningsprojekt där de upplevde att forskarna inte förstod sig på hur det är att vara lärare och det ville de inte vara med om igen. Upplevelsen var att de fick förtroende för mig redan i inledningsskedet och att de uppskattade tydlighet och uppriktighet, vilket innebar ett avslappnat samtalsklimat. De upplevde att forskningen som de skulle vara en del av var relevant och engagerade både för dem och för mig som forskare. Ett antal av Tracys åtta perspektiv (2010) som bör uppmärksammas för att säkerställa kvaliteten i en kvantitativ studie framkom därmed

Vid semistrukturerade intervjuer bestämmer intervjuaren önskvärd inriktning på samtalet utifrån tolkningar som görs under samtalets gång. Det innebar att olika frågor och följdfrågor ställdes till de olika lärarna, vilket kan påverka utfallet. Lärarna själva fick ett stort utrymme när det gällde vad de ville berätta. Lärarnas olika personligheter och varierande sätt att uttrycka sig på tolkas och avspeglar sig i

resultatet. Alla personer har en inbyggd bias som är svår att undvika. Kvale och Brinkman (2009) menar att den ideala intervjupersonen inte finns, utan att alla är lämpliga och bidrar på olika sätt.

4.5 Etiska ställningstaganden

I vetenskapsrådets skrift *God forskningssed* (Hermerén, 2017), finns en rad tydliggöranden kring förhållningssätt som forskare behöver förhålla sig till. Frågor om hur personer som medverkar i forskning får behandlas ses som en mycket viktig del av forskningsetiken. Detta har tagits hänsyn till under studiens hela process från planeringsarbetet, fram till den efterföljande arkiveringen.

Denna studie har fokus på lärarna. Deras undervisning, kunskaper och kompetenser studeras och därmed behöver även elever vara involverade. Eleverna studeras inte primärt, men de filmas i klassrumssituationer samt att de i olika omfattning är aktiva i Classroom och Facebookgrupper som observeras. Innan studien startade fick alla elever en samtyckesblankett (bilaga 1a). Blanketten utformades med stor omsorg utifrån rekommendationer från Vetenskapsrådet (Hermerén, 2017). Detta innebär exempelvis att de i korthet informerades om hur inspelningarna skulle användas. Vårdnadshavarna fick information om användningen innan de skulle ta ställning till om deras barn fick medverka. Vetenskapsrådets rekommendationer innebär också att extra uppmärksamhet ska läggas på att formuleringarna är gjorda på ett sådant sätt att mottagarna både språkligt och innehållsligt förstår vad det handlar om. Blanketten innehöll en beskrivning av studien samt tydliggjorde elevens roll. Målsman skulle godkänna deltagandet genom att skriva under blanketten. Blanketterna delades ut vid en lektion innan studien startade. Vid lektionen beskrevs studien för eleverna och vad deras roll skulle innebära. De fick i uppgift att lämna blanketten till vårdnadshavarna och samtidigt diskutera sin medverkan med dem. Ett par elever på Planskolan hade vårdnadshavare som inte godkände att eleverna blev filmade. När filminspelning skulle ske såg dessa elever själva till att placera sig längst bak i klassrummet utanför kamerans räckvidd. De intog en passiv roll vid dessa lektioner och var inte framme vid tavlan eller deltog i diskussionerna. På Backskolan var alla elever i 9:an utom en minst 15 år. Till de 15- och 16-åriga eleverna utformades samtyckesblanketten med eleverna som målgrupp (bilaga 1b) enligt Vetenskapsrådets rekommendationer, men med inrådan att prata med sina vårdnadshavare innan de skrev under blanketten (Hermerén, 2017).

Som tidigare nämnts var rektorerna på de båda skolorna med i urvalsprocessen av lärare. I samband med det godkände de att de utvalda lärarna på skolan var med i studien, vilket var viktigt eftersom lärarna behövde avsätta tid när intervjuer skulle genomföras. Vid ett möte på respektive skola blev lärarna som skulle delta i studien tillfrågade om sitt deltagande. De fick en beskrivning av studiens upplägg och deras

roll i den. De blev informerade om att filminspelningar av klassrumsobservationer skulle göras samt att ljudupptagningar vid planering samt intervjuer skulle ske. Därefter fick de godkänna sitt deltagande. Det fördes också en diskussion kring att det skulle kunna framkomma material som möjligtvis kunde upplevas som känsligt för lärarna och eventuellt skolan. De fick också veta att materialet skulle avpersonifieras och att inga riktiga namn på personer, skola eller kommun skulle användas. De data som samlades in var till för denna studie, men källdata ägs i realiteten av universitetet där denna forskning bedrivs (Hermerén, 2017). Det förberedande mötet var också ett sätt att innan datainsamlingen började skapa en relation så att alla skulle känna sig trygga med vad som skulle ske.

Personuppgifter som förekommit i studien var inte av känslig karaktär, vilket innebar att ingen etikprövning gjordes. Personuppgifter i form av filminspelningar, ljudupptagningar och transkriberade data lagrades under analysarbetet och skrivprocessen på en lokal dator samt en extern hårddisk som ingen annan än forskaren hade tillgång till. Inspelningar som genomförts under studien med hjälp av mobiltelefon och iPad togs efter inspelningarna bort från respektive enhet. Efter studien lagras data enligt Lunds universitets föreskrifter.

4.6 Analysprocessen

Analysarbetet påbörjades redan under datainsamlingen, eftersom intervjuerna anknöt till data som framkommit vid de inledande delarna av studien. Observationer vid planeringsarbete, klassrumsbesök och observationer i de digitala rummen låg till grund för följdfrågor och resonemang som fördes med lärarna vid de parvisa intervjuerna samt de avslutande enskilda intervjuerna. Den mer omfattande analysen genomfördes när datainsamlingen var avslutad och fokus var då på studiens intervjuer samt observationer i de digitala rummen. Hela analysarbetet präglades av en innehållsanalys med en induktiv ansats.

Vid det inledande planeringsarbetet och klassrumsobservationerna hade sammanhang och skeenden observerats. Fokus vid de avslutande intervjuerna låg på lärarnas beskrivningar av hur undervisning med hjälp av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken bedrevs. Det handlade om lärarnas reflektioner över sin undervisningspraktik när studien genomfördes, men också lärarnas tankar och intentioner om framtida undervisning med hjälp av digitala verktyg. Detta avspeglade sig i genomförandet av innehållsanalysen. Processen skulle kunna illustreras med den hermeneutiska cirkeln som Ricœur utvecklade till en spiral. En förflyttning sker hela tiden mellan helhet och delar samt förförståelse och förståelse, vilket avspeglar analysprocessen. Ödmans (2007) beskrivning av tolkningsarbete som en hermeneutisk rörelse, eller spiral känns i högsta grad relevant.

Analysen genomfördes enligt följande steg:

Steg 1

Anteckningar från det observerade planeringsarbetet, klassrumsobservationerna samt observationer i de digitala rummen analyserades som en del i förberedelsearbetet inför intervjuerna. Frågorna vid parintervjuerna utgick från forskningsfrågorna samt frågor som uppkommit vid observationerna och som behövde förtydligas och klargöras.

Steg 2

Anteckningar från parintervjuerna analyserades för att se vilka delar som erfordrade mer ingående resonemang med respektive lärare. Vid behov användes de tidigare genomförda observationerna, filminspelningarna och ljudupptagningarna för att förbereda de enskilda intervjuerna på bästa sätt.

Steg 3

De två parvisa intervjuerna samt de fyra enskilda intervjuerna transkriberades.

Steg 4

Innehållsanalysen inleddes och en genomgång av det transkriberade materialet genomfördes med hjälp av kodord som växte fram allt eftersom materialet bearbetades. En första kategorisering påbörjades.

Steg 5

Filminspelningar, ljudupptagningar, Classroom och Facebookgrupper söktes igenom för att bekräfta analysresultatet eller identifiera diskrepanser. Även faktafilmer som Lärare 3 producerat samt quiz som genomförts under klassrumsobservationerna studerades. När relevanta data utifrån forskningsfrågorna påträffades, sorterades de in under respektive kategori.

Steg 6

Till respektive kategori extraherades citat för att exemplifiera lärarnas beskrivningar utifrån studiens forskningsfrågor.

Steg 7

Kategorierna klustrades och bildade huvudkategorier med tillhörande subkategorier. Justeringar och anpassningar av kategorierna gjordes efter att alla data hade gåtts igenom.

Steg 8

Vid kategoriseringen framträdde en annan dimension som innebar att det fanns intressanta data som inte passade in under någon kategori. Lärarnas olika fokus och perspektiv var en sådan dimension. Det resulterade i en egenutvecklad figur med fyra fält med en glidande skala

Steg 9

TPACK tillämpades på kategoriserade data.

Steg 10

TPACK sattes i relation till lärarnas fokus och perspektiv som framkommit.

4.6.1 Kategorisering av transkriberade data

Transkriberingen av intervjuerna följdes av en innehållsanalys med en induktiv ansats där textmassan genomsöktes efter beskrivningar av hur digitala verktyg användes, på vilket sätt och varför. Boyle och Schmierbach (2015) beskriver att när en innehållsanalys genomförs omvandlas transkriberad text till användbara data genom kodning. Enligt den hermeneutiska traditionen består allt av delar och helheter och inga absoluta sanningar finns. För att kodning ska kunna genomföras krävs tolkningar. Helheter bryts ner till delar som är en del av ett sammanhang. Med hjälp av sökfunktionen i programmet med den transkriberade texten genomfördes först sökningar på kodord som hade antecknats när själva transkriberingen genomfördes. Vid dessa sökningar upptäcktes nya kodord som det i sin tur gjordes sökningar på. Exempel på kodord som användes var: *film, Youtube, digitala verktyg, iPad, Chromebook, samarbete, formativ, Quiz, Kahoot, Google, Classroom, dokument, Facebook, tillsammans, begrepp, prov, läromedel, app, flipp*.

När sökningarna genomfördes och relevant data identifierades låg fokus på ämnesdidaktik, lärares kompetenser samt studiens forskningsfrågor. När relevanta textstycken framkom inom dessa områden, markerades det i texten och en indexering gjordes. Till respektive index kopplades metadata om vem som hade gjort respektive uttalande samt var i texterna det kunde återfinnas. Dessa indexeringar sorterades och studerades. Det resulterade i ett tiotal kategorier, som i nästa skede klustrades under tre huvudkategorier. De ursprungliga kategorierna modifierades och bildade sedan subkategorier under respektive huvudkategori. Data från de olika insamlingsmetoderna triangulerades. Denna triangulering blev en hjälp vid analysarbetet och innebar upprepade växlingar mellan transkriberade data och observationer för att analysen skulle bli så komplett och korrekt som möjligt. Konkret innebar det att en del av lärarnas uttalanden kunde verifieras med observationer, men det framkom också uttalanden som var motsägelsefulla mot vad som tidigare

observerats. Resultatet innehöll därmed visst material som inte interagerade. I dessa fall beskrevs lärarnas berättelser men det noterades att det inte hade gjorts några observationer som verifierade detta.

Kategorierna fastställdes först när data från de olika insamlingsmetoderna triangulerats och bearbetats vid ett flertal tillfällen. Studiens slutliga huvudkategorier blev följande:

- A. Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll
- B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll
- C. Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling

Från indexeringen av kodord som kategoriserades valdes illustrativa citat till resultatkapitlet. I vissa fall gjordes en beskrivning av vad lärarna sa, men i många fall användes citat. Citaten kopplades i vissa fall samman med observationer som gjorts. Citaten återgavs inte alltid ordagrant. I en del fall plockades ord bort som inte ansåg ge läsaren något mervärde utan som störde läsandet. När längre delar mitt i ett citat plockades bort så användes punkter ... för att visa att det skett. Kompletteringar av ord som saknades för att skapa en tydlighet i citat gjordes genom att dessa ord placerades inom klamrar [xxx].

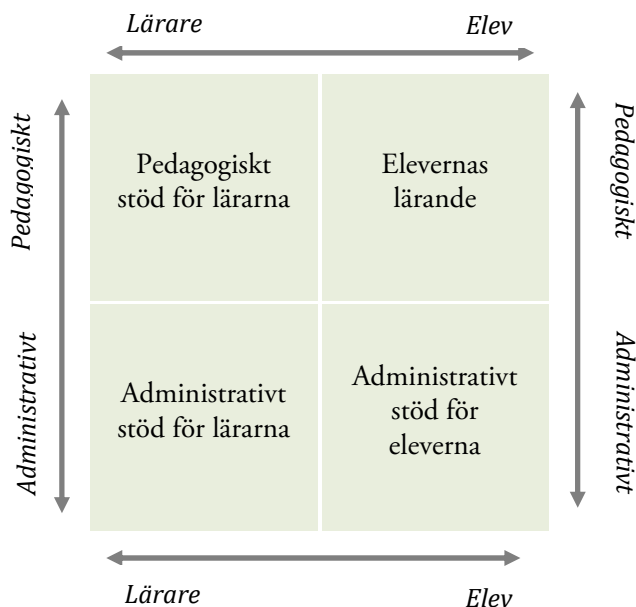
4.6.2 Dimensionen fokus och perspektiv på transkriberade data

Under analysarbetet framkom citat och beskrivningar som var av intresse utifrån forskningsfrågorna, men som inte passade in under någon av kategorierna. Dessa gav relevanta förklaringsvariabler för lärarnas agerande, nyttjande och mångfasetterade användning av digitala verktyg i undervisningen. Detta resulterade i en figur som visade på lärarnas skiftande fokus och perspektiv. Perspektiven som lärarna rörde sig mellan var digitala verktyg som ett pedagogiskt stöd och ett administrativt stöd. Fokus låg på elevernas nytta vid val av digitala verktyg och hur de skulle användas eller för att ge stöd åt lärarna i deras arbete. Lärarnas beskrivningar handlade också om att digitala verktyg konkret kan bidra till elevernas lärande, men också ge eleverna ett tydlig administrativt stöd.

Vid kategoriseringen av insamlade data låg fokus på ämnesdidaktik, även om det finns delar av mer allmäntdidaktisk karaktär. Den innehållsanalys och kodning av data som sedan resulterade i val av citat gjordes med samma fokus. Därmed gjordes ett aktivt val som innebar att beskrivningar med ett ämnesdidaktiskt fokus fick det största utrymmet.

Att digitaliseringen av samhället och därmed skolan innebär att digitaliseringens möjligheter ska användas och förenkla vardagen poängteras i ”Digitaliseringsstrategi för Sverige” (Näringsdepartementet, 2017). I revideringen av grundskolans läroplan (LGR 11, 2017) uttrycks det att digitala verktyg ska användas i elevernas lärande.

Dessa uppdrag och riktlinjer som en lärare har att jobba med innebär därmed olika infallsvinklar och syften med till vad och hur de digitala verktygen ska användas i skolan. Lärarens fokus varierar beroende på situation och i varierande grad på elevens behov, alternativt sitt eget behov som lärare. Fokus och perspektiv behövdes som en förklaringsmodell till att även delar som inte endast har ett tydligt ämnesdidaktiskt perspektiv ingår i denna avhandling. Att enbart ta med det ämnesdidaktiska perspektivet och inte beröra det administrativa skulle innebära att endast delar av en helhet skulle användas för att försöka beskriva uppdraget att undervisa i en naturvetenskaplig undervisningspraktik. Administration och pedagogik är svåra att helt och hållet separera när man använder digitala verktyg i skolans värld.



Figur 4. F&P-figuren (Fokus- och perspektivfiguren)

Denna egenutvecklade figur skapades för att ge en överblick över den glidande skala som lärarna rör sig inom när de beskriver användningen av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken.

Figuren innehåller dubbelriktade pilar för att visa att det inte handlar om det ena eller andra utan att dessa perspektiv och fokus finns på en glidande skala. Figuren används tillsammans med ramverket TPACK i resultatredovisningen. Utifrån forskningsfrågorna och syftet med studien har några exempel valts ut. Detta för att visa på komplexiteten när lärarnas beskrivningar ska analyseras, men avsikten är inte att ge en fullständig bild av lärarnas olika fokus och perspektiv. Fokus- och perspektivfiguren benämns fortsättningsvis F&P-figuren.

4.6.3 TPACK på kategoriserade data

I nästa skede flyttades inriktningen från lärarnas beskrivningar av hur de använde digitala verktyg till lärarnas kunskaper och kompetenser hur de hanterade digitala verktyg när de undervisade ett naturvetenskapligt ämnesinnehåll. Ramverket TPACK användes för att se hur lärarna kombinerade teknik, pedagogik och ämnesinnehåll och hur valen de gjorde samverkade och påverkade varandra. I kontexten kunde lärarnas fokus och perspektiv utläsas som en parameter som fanns med vid beskrivningarna.

Det grundläggande sätt som ramverket TPACK brukar presenteras på upplevdes inte som optimalt i detta sammanhang. De delar av TPACK som var mer framträdande förtydligades genom olika storlekar samt fet stil på bokstäverna. Detta gjordes för att lyfta fram att det fanns inslag av TPACK, men att vissa kunskapsområden var mer framträdande än andra. Hur modifieringen ser ut beskrivs här.

TPACK – teknisk kunskap i fokus

TPACK – pedagogisk kunskap i fokus

TPACK – ämneskunskap (content) i fokus

TPACK – pedagogisk kunskap och ämneskunskap samverkar och är i fokus

TPACK – teknisk kunskap och ämneskunskap samverkar och är i fokus

TPACK – teknisk kunskap och pedagogisk kunskap samverkar och är i fokus

TPACK – teknisk kunskap, pedagogisk kunskap och ämneskunskap är framträdande, samverkar och påverkar varandra.

Lärarnas beskrivningar analyserades utifrån vilka delar som var mer eller mindre framträdande i deras redogörelser. Hur val av teknik och pedagogik påverkades av och samspelade med ämnesinnehållet som skulle undervisas var centralt i hur TPACK blev synligt. Lärarna använde olika argument när de beskrev sina val, men också iakttagelser vid observationerna låg till grund för hur TPACK blev synligt. I vilken omfattning de digitala verktygens potential användes av lärarna var viktigt när citat valdes och beskrivningar gjordes. Den kategorisering som gjordes tidigare i analysarbetet användes även fortsättningsvis, men subkategorierna utelämnades. I TPACK har kontexten en viktig betydelse, vilket blir tydligt i och med den streckade linjen i TPACK:s venndiagram. Däremot kommer den lätt i skymundan när benämningen TPACK används.

TPACK används för att se hur lärarna kombinerar teknik, pedagogik och ämnesinnehåll och hur valen påverkar varandra. Vid analysarbetet framkom att det fanns en koppling mellan TPACK:s kontext och lärarnas olika fokus och perspektiv. Avslutningsvis knöts därmed lärarnas olika fokus och perspektiv samman med lärarnas TPACK och dess kontext.

5 RESULTATREDOVISNING

I det här kapitlet redovisas studiens resultat som bygger på data hämtade från observationer och intervjuer. Exempel ges på hur lärarna under intervjuerna beskriver sina lektioner och sina val avseende användning av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Lärarnas beskrivningar av sina upplevelser av att undervisa med hjälp av digitala verktyg spelar en central roll för hur vi förstår digitaliseringen ur ett undervisningsperspektiv. Dessa beskrivningar tillsammans med observationer har tolkats och utgör studiens resultat.

Inledningsvis redovisas lärarnas beskrivningar och upplevelser under tre huvudkategorier. Avslutningsvis kopplas lärarnas beskrivningar samman med deras kunskaper och hur dessa samverkar och påverkar varandra när lärarna gör sina val. Då används ramverket TPACK.

Forskningsfrågorna som besvaras i avhandlingen är:

- *Hur beskriver lärare sina upplevelser av att använda digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken?*
- *Vilka komponenter av TPACK kan identifieras i lärares handlingar och samtal kring hur digitala verktyg används i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken?*

Innan kategoriseringen av lärarnas beskrivningar presenteras görs en kort beskrivning av lärarnas olika utgångspunkter. Vid analysarbetet blev det tydligt att lärarna beskriver användningen av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken utifrån skilda perspektiv och skiftande fokus. Dessa olika utgångspunkter och fokus framkommer vid intervjuerna, men är även möjliga att se vid observationerna. Skalan är inte ”antingen eller” utan påverkas av delarna i olika grad.

5.1 Kategorisering av resultat

Utifrån forskningsfrågan ”Hur beskriver lärare sina upplevelser av att använda digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken?” gjordes en kategorisering av beskrivningarna under analysarbetet. Tonvikten ligger på ämnesdidaktik men innehåller även inslag av allmäntdidaktiska beskrivningar samt även delar i gränslandet mot beskrivningar som är av mer administrativ karaktär. Kategoriseringen består av tre huvudkategorier samt sex subkategorier.

Huvudkategorierna är:

- A. Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll
- B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll
- C. Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen

Under kategori A återfinns de delar som fokuserar på hur lärare tar hjälp av digitala verktyg för att på olika sätt kommunicera ämnesinnehåll till sina elever. Det handlar om innehåll, syfte, form på det som kommuniceras. Under kategori B beskrivs lärarnas nya möjligheter att visualisera undervisningens ämnesinnehåll med hjälp av digitala verktyg. Mestadels handlar det om visualisering på varierande sätt med hjälp av olika sorters bilder. Den visualisering som beskrivs har fokus på ämnesdidaktik. Under kategori C beskrivs hur lärarna använder digitala verktyg för på olika sätt kollaborera, diskutera och återkoppla i undervisningssituationer. Under de tre kategorierna finns inslag av nya samt fördjupade möjligheter när digitala verktyg används, men även upplevelser som uppfattas som hinder för lärare och elever.

Tabell 2. Kategorisering av data

Tabellen skapades vid kategoriseringen under studiens analysarbete och innehåller huvudkategorier och dess tillhörande subkategorier.

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
<ul style="list-style-type: none">• Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll• Självvärterande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll	<ul style="list-style-type: none">• Visualisera ämnesinnehåll med bilder• Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll	<ul style="list-style-type: none">• Kollaborera och diskutera i undervisningen• Digital återkoppling i undervisningen

Tabellen ovan återkommer när respektive subkategori behandlas. För att underlätta för läsaren så finns då i tabellen en markering som visar vilken del av tabellen som beskrivs.

5.1.1 Kategori A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll

För lärare är det en central del av arbetet att kommunicera det ämnesinnehåll som eleverna ska lära sig. Inom den naturvetenskapliga undervisningen i svensk grundskola är det centrala innehållet i läroplanerna de naturvetenskapliga processerna och att ge eleverna tillgång till det naturvetenskapliga språket. Lärarna i studien beskriver en flora av möjligheter att kommunicera ämnesinnehåll med hjälp av digitala verktyg. Hur ämnesinnehåll kommuniceras påverkar både arbetssätt och till viss del även innehåll. Moment kan genomföras på flera nya olika sätt, men det kan också ske en mer genomgripande förändring av arbetssätt och organisation av undervisningen.

5.1.1.1 Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll

Tabell 2A. Kategorisering av data

Tabellen skapades vid kategoriseringen under studiens analysarbete och innehåller huvudkategorier och tillhörande subkategorier. Här handlar det om subkategorin "Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
<ul style="list-style-type: none">• Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll• Självvärtande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll	<ul style="list-style-type: none">• Visualisera ämnesinnehåll med bilder• Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll	<ul style="list-style-type: none">• Kollaborera och diskutera i undervisningen• Digital återkoppling i undervisningen

Tillgången till en stor mängd färdigproducerade korta faktafilmer har gett lärare nya möjligheter att kommunicera ämnesinnehåll till eleverna. Grundförutsättningen är att läraren måste veta var man hittar filmerna, hur de tekniskt kan användas, samt hur eleverna kan ta del av dem. Lärarna i studien beskriver dessa möjligheter och syftet med användningen med stor variation.

Lärare 1, citat 1: Nu har man tillgång till många fler filmer genom Youtube och UR-skola. Sen så vill jag inte ha filmer som är en halvtimme långa. Då tappar de koncentrationen, utan snarare 5 minuter upp till 10 minuters-filmer, inte längre än så och man måste ha möjlighet att diskutera dessa efteråt.

Lärare 1 uppskattar den ökade tillgången på filmer, samt att de är korta så att eleverna förmår att hålla fokus på innehållet. Läraren ser på filmer tillsammans med eleverna och diskuterar innehållet efteråt, men han delar också med sig av filmerna så att eleverna ibland tittar på dem utanför lektionstid. Lärare 3 lägger stor vikt vid hur filmerna används tillsammans med eleverna för att kommunicera ett ämnesinnehåll och beskriver ingående hur detta går till.

Lärare 3, citat 2: Jag startar filmen och så kör jag den kanske 40 sekunder och sen stoppar jag. Så kommer det text: Förstår ni? Vad betyder det? och så blir det en diskussion. En film på kanske 5–6 minuter kör jag kanske på en hel lektion.

Det finns ett tydligt kunskapsfokus när denna lärare beskriver hur de ser på filmerna tillsammans. Läraren är mån om att alla elever ska förstå innehållet. Lärare 3 uttrycker att han har utvecklat sättet att se på film för att nå alla elever med ämnesinnehållet. En majoritet av eleverna i klassen har inte svenska som modersmål och baserat på den förutsättningen hade läraren en tydlig pedagogisk tanke med hur han använder filmerna för att ämnesinnehållet skulle nå alla elever. Gemensamma diskussioner kring innehållet blev därför viktiga. Genom filmer sammankopplas bild, text och tal vilket Lärare 3 lyfter som en möjlighet när eleverna ska förstå innebörden av olika begrepp. Elever som vill och har behov kan titta på filmerna i efterhand.

Lärare 4 undervisar i klasser där majoriteten av eleverna har svenska som modersmål och beskriver att behovet därmed inte är lika stort att stoppa filmerna för att resonera och se till att alla elever förstått. Både Lärare 3 och Lärare 4 beskriver möjligheten för de elever som har behov av att titta på faktafilmerna upprepade gånger. Dessa elever kan befästa grundläggande kunskaper och begrepp genom att vid upprepade tillfällen använda filmerna, medan andra elever kan fördjupa sig inom någon specifik del med hjälp av filmer.

Trots att det redan finns en stor mängd korta faktafilmer att tillgå så beskrev Lärare 3 att det inte alltid är lätt att hitta lämpliga filmer för arbetsområdet och elevgruppen som skulle undervisas. Dessutom hade en del elever uttryckt att de ville lyssna till den egna läraren. Lärare 3 är arabisktalande och en stor mängd elever i klassen har arabiska som modersmål. Flera av eleverna hade ännu inte tillräckliga kunskaper i det svenska språket för att ta till sig faktakunskaper på svenska i någon större omfattning. För att underlätta kommunikation av ämnesinnehåll skapade läraren filmerna på två språk. Inom arbetsområdet ellära som genomfördes under studien hade läraren skapat tre faktafilmer. Innehållet hade fokus på grundläggande kunskaper och lärarens erfarenhet av vad elever ofta upplever som problematiska fick en framträdande plats. Lärare 3 påbörjade en film genom att först skapa en presentation på sin dator med text och bild och gjorde sedan en skärminspelning där han pratade till innehållet. Varje film inleddes med en presentation av vad filmen skulle innehålla, vilket skapade en tydlighet. Innehållet var kopplat till läroplanens centrala innehåll samt kunskapskraven. Begrepp som slutna krets, parallell- och seriekoppling var exempel på innehåll som lyftes i en av filmerna. Även symboler som lampa, batteri, strömbrytare och voltmeter som används när kopplingsschema skapas, visades i början av filmen. Lärare 3 tydliggjorde i filmen varför eleverna behövde behärska dessa symboler. Begreppen och symbolerna som läraren redogjorde för användes sedan när en rad scenarier beskrevs i filmen. Filmerna var oftast 5–6 minuter långa. De tre filmer som producerades inom ellära blev i själva verket sex filmer, eftersom de gjordes både på svenska och arabiska.

Dessa filmer publicerade Lärare 3 på sin egen Youtube-kanal som var knuten till skolans Youtube-konto. Classroom användes sedan för att dela med sig av filmerna till eleverna. Lärare 3 och 4 hade inledningsvis producerat denna typ av filmer tillsammans. Numera skapade Lärare 4 sällan egna filmer. Det berodde främst på att han ansåg att det var tidskrävande och att eleverna som han undervisade inte hade så stort behov av dessa filmer eftersom deras grundkunskaper var högre. Lärare 3 skapade filmer när han upplevde att eleverna hade behov av en film om ett ämnesområde. Ibland bad eleverna honom att skapa filmer om vissa delar och då gjorde han det om tid fanns.

Vid planeringsarbetet kring evolutionslära på Backskolan beskrev Lärare 1 och Lärare 2 att det fanns en stor mängd filmer som de ville använda sig av under arbetsområdet. Lärarna hade exempelvis sett filmer på tv från programmet "Vetenskapens värld" om Neandertal- och Cromagnonmänniskan som de önskade visa för eleverna. Att det fanns många intressanta filmer som var användbara inom just detta arbetsområde var båda lärarna överens om. Lärarna sökte efter filmer bland annat på SLI, där de har tillgång till professionellt producerade undervisningsfilmer. Dock letade de inte efter ett specifikt innehåll utan utgick ifrån vad som fanns och valde bland det innehållet. Lärare 2 uttryckte vid planeringsarbetet att när det fanns så många bra filmer att tillgå, så vore det tråkigt att bara berätta för eleverna om ämnesinnehållet, när det enkelt gick att visa en bra film.

Lärare 4 berättade att han ibland använde sig av filmer som skapats för undervisning i ämnet naturkunskap på gymnasiet. Dessa filmer hade ofta ett digert ämnesdjup, vilket läraren många gånger saknade hos filmer samt läroböcker med målgrupp högstadiet. Filmer skapade för undervisning inom gymnasiets olika naturvetenskapliga ämnen innehöll ofta beräkningar, vilket innebär att de inte var användbara på högstadiet. Filmer skapade inom ämnet naturkunskap hade inte beräkningar i samma omfattning, vilket gjorde att läraren ansåg dem lämpliga för högstadiet när ämnesinnehållet skulle studeras på djupet. Samma lärare planerade under arbetsområdet ellära att låta eleverna gruppvis bygga en elmotor. Han ville använda sig av en faktafilm på engelska som han trodde skulle vara till stor hjälp vid konstruktionen, men konstaterade att den var för svår för de flesta av eleverna. Läraren valde därför att ge dem i läxa att titta på tre grundläggande filmer på svenska om hur en elmotor fungerade. Den engelska filmen såg de sedan på tillsammans i klassen, vilket gick bra när eleverna hade fått en grundläggande förståelse med hjälp av filmerna på svenska. Lärarens argument för att använda den specifika filmen som var på engelska var att den hade bättre grafik än de svenska filmerna han hittat inom samma ämnesområde. Det innebar i detta fall att det gick att studera detaljer i bilderna som det berättades om i filmen, vilket läraren ansåg vara av stor vikt.

Två av lärarna berättade att de låtit elever producera egna faktafilmer. Syftet var att eleverna själva skulle visa sina ämneskunskaper genom filmmediet. Ingen av lärarna hade använt sig av det i någon större omfattning, men ambitionen var att utveckla arbetssättet. Genom lärarnas olika beskrivningar gick det att utläsa att de upplevde att

film är ett sätt som kan underlätta för både lärare och elever att presentera och kommunicera ämnesstoff. Lärare 2 planerade att eleverna framöver skulle skapa filmer, som ett sätt att redovisa laborationer på.

Lärare 2, citat 3: Jag vill att eleverna ska ha mer möjligheter både utifrån det iPaden gör och deras Chromebook kan göra. De ska både kunna filma och lagra mycket i minnet. Kunna bygga ihop mer filmer från labbar och sedan analysera dem efteråt, för vi har bara en sal och då har man inte den så ofta.

Backskolan saknade tillgång till laborationssalar i den omfattning som hade varit önskvärt. Lärare 2 hade därför en tanke kring hur elever skulle filma sina laborationer och sedan analysera och klippa ihop materialet efteråt. Detta är ett exempel på en lärare som ville förändra sin undervisningspraktik och samtidigt lösa ett praktiskt problem med hjälp av digitala verktyg. Det i sig innebar nya pedagogiska möjligheter och en ökad variation av undervisningen.

5.1.1.2 *Självvärtande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll*

Tabell 2B. Kategorisering av data

Tabellen skapades vid kategoriseringen under studiens analysarbete och innehåller huvudkategorier och tillhörande subkategorier. Här handlar det om subkategorin "Självvärtande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
<ul style="list-style-type: none"> • Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll • Självvärtande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> • Visualisera ämnesinnehåll med bilder • Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> • Kollaborera och diskutera i undervisningen • Digital återkoppling i undervisningen

Att använda sig av frågesport vid undervisning som ett sätt att kommunicera ämnesinnehåll är på intet sätt nytt utan har tidigare genomförts med hjälp av handuppräknung eller penna och papper. I denna avhandling används begreppet självvärtande responsverktyg när frågesport eller quiz genomförs med hjälp av digitala verktyg. Att använda digitala självvärtande responsverktyg ger möjligheter som inte funnits tidigare. Snabb respons om svaret är rätt eller fel samt en överblick över hur deltagarna svarat är exempel som lärarna på Planskolan beskriver som betydelsefulla. Detta kan ses som kommunikation av ämnesinnehåll och en typ av interaktion mellan människa och verktyg där återkopplingen till användaren är snabb och korrekt.

Lärare 4, citat 4: Man måste tänka i nya pedagogiska drag, för annars ersätter man egentligen bara tekniken med någonting du redan gör, lite så som med Kahoot. Du skulle lika gärna kunna göra 1, X, 2-frågor i princip, men tekniken möjliggör att det blir så himla mycket enklare och man får en annan struktur på det. Man kan följa upp det på ett helt annat sätt.

Begreppsbildning i den naturvetenskapliga undervisningen är återkommande vid lärarnas beskrivningar. Lärarna på Planskolan ansåg att läroböckerna oftast kommunicerade för få begrepp och såg responsverktygen som ett sätt att få eleverna att behärska fler. Lärare 4 använde Kahoot vid upprepade tillfällen under studien. I det responsverktyget är ett av två till fyra alternativ rätt. Majoriteten av frågorna som läraren hade skapat inom arbetsområdet ellära innebar att eleverna skulle behärska vissa begrepp för att kunna svara rätt på frågorna. En del av frågorna bestod av en bild med tillhörande text. Exempel på frågor från en Kahoot som genomfördes vid en klassrumsobservation var:

1. När LIKA magnetiska poler närmar sig varandra så... (repellerar, attraherar)?
2. Alla magneter av den här typen kallas... (permanentmagnet, keramiskmagnet, elektromagnet)? Här fanns en bild på en magnet kopplat till frågan.
3. Med hjälp av järnfilspån kan vi se... (magnetfältet, elektriska fält, nordpol och sydpol)?

Lärare 4, citat 5: ...det här är mest för det här med den tråkiga utantill inläringen som man har gjort hemma själv, rabbel, rabbel, rabbel så att man gör det på ett lite roligare sätt.

Läraren beskrev två anledningar till användning av denna typ av digitalt verktyg. Det är roligt och uppskattas av eleverna, samtidigt som eleverna övar på att befästa begrepp. Tävlingsinslaget motiverar de flesta elever. Samtidigt blir responsverktyg ett sätt för eleverna att öva och repetera, på samma gång som läraren använder det som ett alternativt sätt att testa elevernas kunskaper på. Eleverna kan däremot inte på egen hand öva på begreppen med hjälp av Kahoot, utan detta görs gemensamt i klassen.

Lärare 4, citat 6: Det märks att det är rabbelträning för när vi gjorde prov sen så ändrade jag på frågeställningarna, gjorde dom lite större, bakade in mycket av det dom hade lärt sig på Kahooten i en större fråga och då var det många som inte kunde helt plötsligt, men dom har alla rätt på Kahooten alltid... .. Nästa år måste jag utveckla det med lite större frågor också.

Lärare 4 ser möjligheter med responsverktygen för att kommunicera ämnesinnehåll, men har också uppmärksammat att det är en viss typ av kunskap som eleverna har befäst på det sätt som Kahoot har använts. Läraren planerar att under kommande läsår arbeta på ett delvis annat sätt. Det handlar främst om att läraren vill utveckla sitt arbetssätt och inte om ett annat ämnesinnehåll i frågorna eller ett annat verktyg. Läraren anser att eleverna bör samarbeta och diskutera svaren med varandra och ser att en sådan möjlighet finns med hjälp av ett liknande responsverktyg och kanske även med Kahoot. Han betonade vid ett flertal tillfällen att han såg en utvecklingspotential i sin undervisning med digitala verktyg. Många gånger handlade det om hur undervisningen skulle kunna organiseras för att använda de digitala verktygens potential utifrån elevers lärande. Vid klassrumsobservationerna noterades att läraren metodiskt gick igenom varje svar med eleverna och anknöt till delar de haft uppe till diskussion under lektionerna. Samma Kahoot genomfördes vid upprepade tillfällen och läraren var uppmärksam på hur eleverna svarat vid tidigare tillfällen och diskuterade elevernas svar i förhållande till förra tillfället. Det var tydligt att Lärare 4 såg genomgången av de rätta svaren som en lärandesituation och som ett sätt att kommunicera ämnesinnehåll med eleverna.

Lärare 3 introducerade responsverktyget Quizlet för sin klass i årskurs 8 under arbetsområdet ellära. Läraren hade lagt in de begrepp i systemet som han ansåg att eleverna behövde öva på och eleverna kunde själva välja på vilket sätt de skulle öva. Eftersom de olika sätten upplevdes olika svåra, kunde eleverna anpassa övningen utifrån sina kunskaper. De kunde repetera hemma eftersom de fått tillgång till Quizlet via Classroom. Redan under planeringsarbetet berättade läraren att han tänkte introducera detta responsverktyg. Läraren visste av erfarenhet att det skulle finnas begrepp inom arbetsområdet som eleverna skulle behöva träna på och bedömde att just detta verktyg där de själva kunde öva och välja svårighetsgrad skulle vara ett lämpligt sätt att kommunicera ämnesinnehåll. I quizet hade läraren lagt in 25 olika begrepp som eleverna kunde öva på. Elektron, proton och magnetfält var exempel på begrepp som fanns med. Till vart och ett av dessa begrepp fanns beskrivningar. Lärare 1 och Lärare 2 på Backskolan uttryckte att de hade kunnat se ett mervärde av att använda digitala responsverktyg.

Lärare 2, citat 7: Att ha test och prov liksom på nätet hade jag velat. Som det här med mitosen för då hade de kunnat skriva in och så klick klart.

Dessa lärare hade tidigare använt verktyg där de skapade självrättande prov, men efter att systemet de hade använt inte längre fanns tillgängligt så hade de inte hittat något nytt som de ansåg uppfyllde deras behov.

Lärare 1, citat 8: Fronterverktyget har bara försvunnit. Det var rätt så knepigt att skriva där. Vi gjorde det i början men... jag skulle gärna vilja ha ett sånt verktyg att skriva proven med.

Lärarna hade tidigare använt lärplattformen Fronter och även till viss del Socrative till att skapa självriktande prov. De hade inte längre tillgång till Fronter och Socrative hade de inte använt i någon större omfattning. Lärarna på Backskolan uttryckte att behovet var utifrån att prov behövde genomföras, medan lärarna på Planskolan använde denna typ av system som en del i lärandet. Backskolans lärare använde istället begreppslistor för att kommunicera ämnesinnehåll och klargöra för eleverna vilket ämnesinnehåll de skulle kunna. Begreppslistor innebar inte stöd till eleverna hur de kunde arbeta med begreppen för att lära sig dem, utan informerade endast om vilket ämnesinnehåll som var aktuellt.

5.1.2 Kategori B: Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll

Att visualisera undervisning är ett sätt att åskådliggöra ämnesinnehåll. Naturvetenskaplig undervisning behandlar komplexa frågor, vilket innebär att visualisering kan underlätta förståelsen. Visualisering kan ske på många olika sätt och under denna kategorin redogörs för några av lärarnas beskrivningar.

5.1.2.1 Visualisera ämnesinnehåll med bilder

Tabell 2D. Kategorisering av data

Tabellen skapades vid kategoriseringen under studiens analysarbete och innehåller huvudkategorier och tillhörande subkategorier. Här handlar det om subkategorin "Visualisera ämnesinnehåll med med bilder".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
<ul style="list-style-type: none"> Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll Självriktande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Visualisera ämnesinnehåll med bilder Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Kollaborera och diskutera i undervisningen Digital återkoppling i undervisningen

Att arbeta med bild, ljud samt film är ett sätt att öka variationsmöjligheterna i undervisningen för att nå fram till olika elevgrupper. Elevers problem med det svenska språket uppgav lärarna som en del av den kontext som de kontinuerligt tog hänsyn till och anpassade sin undervisning efter. Lärarnas beskrivningar handlade oftast inte om specifika anpassningar för vissa elever, utan mer om det allmänna upplägget och organisationen av undervisningspraktiken. Möjligheten att arbeta multimodalt nämns vid flera av intervjuerna. Exemplet som gavs och som observerades var främst bildens möjlighet i kombination med text.

Lärare 2, citat 9: Det här nya ordet multimodalt med bilder och med ord gör att de kan nå kunskapskraven på andra sätt nu.

Som elev finns det nya möjligheter att med hjälp av digitala verktyg visa sina och inhämta ämneskunskaper. Lärare 2 återkom vid några tillfällen till multimodala möjligheter. Bild i kombination med text samt ibland även ljud menade läraren gav nya möjligheter att visualisera och därmed tydliggöra och förklara. Lärare 2 ansåg att digitala verktyg kan ge ökade möjligheter och därmed underlätta för elever som inte har en god förmåga att uttrycka sig med hjälp av text. Med multimodalitet menas samverkan mellan olika uttrycksformer.

Lärare 3 använde Google bildsök frekvent i en elevgrupp med en stor andel elever med annat modersmål. Läraren ansåg att det var ett effektivt sätt att ta tillvara bildens styrka med hjälp av tekniken. Föremål eller begrepp som elever inte förstod kunde läraren eller eleven Googla på och istället för att visa textresultatet så valdes bilder. Det blev därmed ett tydligt sätt att visualisera naturvetenskapligt ämnesinnehåll och ett stöd för elever med bristande kunskaper i det svenska språket. Såväl lärare som elev kunde använda möjligheten när behov uppkom.

Ett annat sätt att visualisera med hjälp av bilder är att använda kamerafunktionen som finns på mobiltelefoner, iPads och datorer. Lärare 3 använde vid en av klassrumsobservationerna sin egen mobiltelefon för att fotografera ett uppritat kopplingsschema som han ville dela med sig av till sina elever. Uppgiften var inte planerad, utan läraren upptäckte när flera elever ställde frågor att de inte hade förstått ett moment som han ansåg var viktigt i sammanhanget. Läraren laddade upp bilden i klassens Facebookgrupp och eleverna fick ett par frågor som de skulle diskutera parvis kring kopplingsschemat. I och med att bilden delades och kommunicerades digitalt så kunde eleverna ta del av den även efter lektionen samt via inlägget i Facebookgruppen kommentera hur kopplingsschemat fungerade. Läraren beskrev att detta var ett vanligt sätt för honom att arbeta på med sin mobiltelefon eller iPad. En bild säger mer än 1 000 ord var ett uttryck som läraren använde och menade att med hjälp av digital teknik kan bildens möjligheter bli ännu tydligare när det gäller att kommunicera ämnesinnehåll.

Lärare 3 och Lärare 4 på Planskolan menade att bildens betydelse inom den naturvetenskapliga undervisningspraktiken är stor. De uttryckte en vilja att använda sig av 3D-bilder med möjligheten att förflytta sig i bilden och zooma ut och in. De ansåg att denna typ av visualisering skulle kunna ge ett mervärde i undervisningen. Att få tillgång till material av den karaktären kostade enligt lärarna ofta mycket pengar, vilket gjorde att det valts bort. På Backskolan hade lärarna tillgång till en typ av 3D-utrustning. Tanken med utrustningen var att kommunicera naturvetenskap i ett 3D-perspektiv med syfte att engagera eleverna och öka deras upplevelse och därmed förståelse och kunskap med hjälp av tekniken.

Lärare 2 citat 10: Det är ingen NO-kunnig som har gjort det och då blir det dåligt. Bilderna är felaktigt teoretiskt gjorda liksom. Då blir det så konstigt när man ska gå igenom ögat och så sitter inte nerven snett[som den ska göra].

Läraren hade en tydlig förväntan på att faktainnehållet skulle vara korrekt. Med hjälp av 3D-utrustningen kunde eleverna få en möjlighet att göra en virtuell resa genom kroppen. Lärare 2 använde inte utrustningen eftersom han inte litade på dess korrekthet och valde därför bort detta sätt att visualisera naturvetenskap. Att göra en resa genom kroppen och exempelvis betrakta hur ögat ser ut på detaljnivå skulle till viss del kunna genomföras genom dissekering, men det finns andra delar som kräver alltför avancerad utrustning eller av säkerhetsskäl inte är genomförbara. Exempel på ett sådant arbetsområde är kärnfysik som eleverna på Backskolan skulle arbeta med efter arbetsområdet evolutionslära. Lärare 2 hade erfarenhet av att använda tärningar vid laborationer för att försöka visa på halveringstid och sönderfall. Denna gång hade läraren för avsikt att istället använda en resurs på nätet som skulle kunna bli en form av virtuell laboration där visualisering skulle ske. Läraren menade att vissa laborationer är väldigt roliga att genomföra, medan andra skulle kunna genomföras på nya sätt framöver. Detta var ett exempel på en ny möjlighet med digitala verktyg som han framöver ville prova med eleverna, innan han visste om det var en framgångsfaktor eller ej.

Under lektionstid visualiserade lärarna ämnesinnehåll på många olika sätt. Det vanligaste var att ämnesinnehåll projicerades med hjälp av lärarens dator via projektor eller bildskärm, vilket innebar att alla elever samtidigt kunde ta del av innehållet. Alla fyra lärare som ingick i studien hade haft tillgång till projektor i klassrummen under flera år, vilket innebar att det var en självklarhet för både dem och deras elever. På Backskolan skulle projektorerna successivt bytas ut mot bildskärmar. Det innebar att under klassrumsobservationerna fanns det salar med en ny bildskärm och en gammal projektor som fortfarande fungerade. Möjligheten som då uppstod beskrevs av en av lärarna på följande sätt:

Lärare 1, citat 11: Då vi har en tv och en kanon har det varit så att man visar en film på tv och så sammanfattar man en text som har med filmen att göra på den andra. Så har man två verktyg.

Den dubbla tillgången var inte planerad utan en möjlighet som hade uppkommit under en övergångsperiod och som uppskattades av läraren. Skälet till att projektorerna byttes ut mot stora bildskärmar var driftsäkerhet och kostnader.

Lärare 2, citat 12: I NO-salen har vi en kanon och så har vi en tv och så är det många som förespråkar tv:n med Apple TV. Jag har hela tiden kört kanonen i NO-salen för det blir så fräckt med de jättestora bilderna. Då har jag haft Belgian Blue som jag satte upp och visade att det kan bli riktigt äckligt, de kan ju inte stå på benen, så då tyckte jag att det blev roligare

Lärare 2 betonade att storleken på projiceringsytan har betydelse i vissa situationer inom den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. När läraren undervisade i

genetik brukade han visa bilder på Belgian Blue som fick symbolisera avel på djur med genetiska defekter. Möjligheten att visa en stor bild av dessa djur brukade innebära engagerade och i många fall upprörda elever, vilket i sin tur innebar en ökad möjlighet att diskutera vad gentekniken skulle kunna innebära i framtiden. När projektorn byttes ut mot en bildskärm fanns inte längre möjligheten att projicera stora bilder, vilket läraren ansåg var en försämring. Det är dock av stor vikt att tekniken fungerar. Vid en av klassrumsobservationerna visades en bild på det klonade fåret Dolly via en av de gamla projektorerna när begreppet kloning diskuterades. Projektorns bild blinkade på grund av teknikproblem och det var tydligt att det tog fokus från innehållet. Det fanns behov av att byta ut projektorerna, men valet att byta till mindre skärmar skulle påverka möjligheten att visualisera undervisningen.

På Planskolan fanns interaktiva skrivtavlor att tillgå i vissa klassrum. Lärare 4 hade tidigare använt dessa och dess interaktiva möjligheter. Under läsåret hade läraren endast under en del lektioner tillgång till klassrum utrustade med dessa tavlor. Läraren menade att om tavlornas möjligheter skulle användas så behövde de finnas i alla rum som läraren undervisade i. Att tavlorna inte alltid fungerade som de skulle var också ett problem. Den begränsade tillgången men även till viss del allt för vanligt förekommande tekniska problem bidrog till att de interaktiva möjligheterna inte användes av Lärare 4. Lärare 3 som också arbetade på Planskolan hade aldrig börjat använda de interaktiva tavlorna mer än vid enstaka tillfällen utan nyttjade bara projektorn.

Lärare 4 på Planskolan använde kamerafunktionen i iPaden tillsammans med projektorn vid ett av klassrumsbesöken. Med hjälp av den kunde läraren på ett enkelt sätt för hela klassen förstora och därmed visualisera något som var litet.

Lärare 4 citat 13: Det är jättelätt att använda den, men jag är rätt så ny med det. Jag har börjat med det på allvar detta året. Jag har kört med det innan, men då har det varit så skakigt när man har hållit det men nu har vi dom här ställen o det är jag hyfsat ny med. Jag är inte riktigt van vid hur smidigt det här verktyget är och att jag har det, alltid, utan man kommer på det. Ja just det och så kopplar man in och så har man det.

Vid en av intervjuerna gav läraren ett exempel på ett användningsområde för iPadens kamerafunktion då ett batteri skulle visas för klassen.

Lärare 4, citat 14: Vissa tillfällen ställer jag mig och håller upp ett batteri, hur många ser det batteriet? Lägg under det under kameran [iPAdens] som du precis har använt och visa där istället. Det står till och med plus där uppe, men ingen kan ju se det utan under kameran hade alla sett att det var ett plus där uppe,

Ett annat exempel som läraren angav var när eleverna skulle använda laborationssalens nya voltmetrar. Läraren beskrev att om han hade visat hur de fungerade genom att hålla en av dem under iPadens kamera istället för att sträcka upp voltmetern i luften

och peka, så skulle betydligt fler elever ha förstått hur den skulle användas. Lärare 4 beskrivningar visar på tillfällena då kamerafunktionen gör det möjligt för honom att i realtid visa detaljer för alla elever samtidigt. Det beskriver han som givande för sin undervisning i de naturvetenskapliga ämnena. Hittills har dock inte användningen blivit helt naturlig för honom, vilket innebär att möjligheten ibland glöms bort.

5.1.2.2 Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll

Tabell 2E. Kategorisering av data

Tabellen skapades vid kategoriseringen under studiens analysarbete och innehåller huvudkategorier och tillhörande subkategorier. Här handlar det om subkategorin "Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
<ul style="list-style-type: none"> Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll Självriktande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Visualisera ämnesinnehåll med bilder Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Kollaborera och diskutera i undervisningen Digital återkoppling i undervisningen

Tre av studiens lärare beskriver att de själva producerar och paketerar digitalt ämnesinnehåll som de använder i undervisningen. Det kan exempelvis vara faktafilmer eller presentationer som används tillsammans i klassrummet eller enskilt av eleverna. Att lärare själva producerar och paketerar material till sina elever är inget nytt, utan har tidigare skett i analog form genom exempelvis kompendier som delats ut i pappersformat inför ett arbetsområde. När lärarna själv paketerar kan de styra över både innehåll och hur de önskar att visualiseringen bör ske.

Under planeringsarbetet samt vid de efterföljande intervjuerna återkom lärarna till bristen på bra läroböcker. Ett sätt att lösa det på var att själva skapa och paketera innehåll. Bristen på bra läromedel var enligt lärarna inte något nytt, utan hade varit ett problem under många år och innebar att de behövde ägna tid åt att hitta lämpligt innehåll och material som eleverna kunde ta del av.

Lärare 4, citat 15: Jag går tillbaks tio, tjugofem år i tiden för då var läroböckerna bra, det är dom inte längre. De är förenklade till den grad att det blir svårt. För lite fakta! ... Säger man googla så blir det för svårt. Då blir det alldeles för svåra texter som kommer upp.

Lärarna beskrev behovet av mer djupgående fakta än de flesta läroböcker erbjuder. Mekanik och rörelse uttrycks som exempel på områden inom fysikämnet där Lärare 4 tyckte att läroböckerna är för ytliga i sina beskrivningar. Att låta eleverna själva googla fritt efter fakta är enligt läraren sällan ett alternativ, eftersom det resulterande innehållet många gånger är för svårt för de flesta elever att förstå. Att skapa egna faktafilmer eller presentationer var ett sätt för lärarna att komma till rätta med denna problematik. Lärare 2 på Backskolan beskrev det på följande sätt:

Lärare 2, citat 16: Jag gillar att ha en bok, men våra böcker är urusla och det är dyrt att köpa nya, så därför bestämde jag mig för att göra bildspel i fysik. Ni behöver bara kunna min presentation för att få E och det går även att få C jag lovar, så de sista bilderna är lite mer fördjupande. Så bestämde jag att jag ska göra så i alla områden. Jag ska verkligen lägga ner tid på det för det är ju roligt att göra dem också och så ska de få dem i sitt Classroom som bildpresentationer med de viktigaste punkterna, vad de behöver kunna.

Lärare 2 valde att lösa den upplevda problematiken med läroböcker genom att skapa egna presentationer. Läraren ansåg att läroböckerna som de har tillgång till inom de naturvetenskapliga ämnena är röriga och följer inte en tydlig struktur. De elever som strävar efter att bara nå godkänd nivå, behöver enligt läraren hjälp med strukturen och ett tydligt stöd i vad det är de ska koncentrera sig på. Presentationens innehåll under arbetsområdet evolutionslära påminde till viss del om innehållet i läroböckerna men med ett något annat upplägg. I stället för löpande text så var större delen av texten i punktform. Rubrikerna beskrev på ett tydligt sätt innehållet på sidan och ibland bestod de av en fråga. Exempel på sådana frågerubriker var "Tro eller vetenskap?" samt "Hur fungerar evolutionen?". Frågor kunde också förekomma i texten för att få eleverna att tänka till. Exempel på en sådan fråga är: "Kan du ge några exempel på arter där honor och hanar ser mycket olika ut?" Det fanns också frågor som hänvisade till bilder på sidan, exempelvis "Vilken primat liknar oss mest?" Länkar till externt material i form av faktafilmer och tidningsartiklar fanns också, i vissa fall för att svara på den ställda frågan, men det kunde också handla om möjlighet till fördjupning. Bilder kopplade till texten var ett viktigt inslag i presentationen. Ibland användes lärobokens bilder och i andra fall bilder som läraren hade hittat på internet. Presentationerna användes vid genomgångar och efter lektionen fick eleverna tillgång till dem via Classroom. Att med hjälp av tekniken paketera innehåll på detta sätt innebar enligt lärarens beskrivning att det digitala möjliggjorde en paketering och visualisering av det som eleverna skulle lära sig. Presentationerna var uppbyggda så att de passade som stöd när läraren gick igenom ämnesinnehållet tillsammans med eleverna, men också på ett sätt som gjorde att eleverna på egen hand kunde gå igenom presentationen i efterhand. Tidigare hade läraren skapat liknande presentationer med hjälp av en app via sin iPad. Läraren tyckte att det sättet var bättre och gick snabbare, men hade anpassat sig till kontexten som i det här fallet innebar att eleverna inte kunde titta på dessa presentationer på sina Chromebooks. Classroom var den plats som användes av alla lärare i studien för att förmedla olika typer av ämnesinnehåll och informera eleverna på ett strukturerat sätt. Det innebar exempelvis att eleverna kunde ta del av allt läraren valde att dela med sig av där, även utanför lektionstid.

Lärare 4, citat 17: Både svaga och duktiga elever har utvecklats genom att använda material hemma och förbereda sig. Det är sen på lektionstid vi tar upp fördjupningsfrågor o då utvecklar vi det jättemycket.

Lärare 4 ser en styrka med tillgången till Classroom, men poängterar lärarens roll. När tillgången till materialet finns även utanför lektionstid skapas nya möjligheter när läraren planerar och lägger upp sina lektioner.

En app kan ses som ett sätt att skapa och paketera innehåll för att visualisera. Lärare 2 hade tidigare använt en app för att paketera innehåll genom att samla och strukturera relevant ämnesinnehåll och sedan via appen delat med sig av det till eleverna. Appar kan också innehålla färdigt ämnesinnehåll och då kan det ses som en form av läromedel. Lärarna ansåg att det inom en del av de naturvetenskapliga ämnena fanns bra appar att tillgå. Dessa kunde inom vissa arbetsområden komplettera läroböcker. Vid tiden då intervjuerna genomfördes uttryckte Lärare 4 att det inom kemi och biologi fanns flera appar med lämpligt ämnesinnehåll för högstadiet, men ännu så länge inte inom fysik. Tillgången på lämpligt ämnesinnehåll och hur det presenterades visuellt fick därmed vara med och styra om denna typ av digital teknik användes eller inte inom ett arbetsområde. Lärare 4 var samtidigt medveten om att utveckling går snabbt och att det troligtvis snart ser annorlunda ut, vilket lärare måste vara med och bevaka.

5.1.3 Kategori C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling

Under kategori C samlas delar som har att göra med samarbete, diskussioner och återkoppling när digitala verktyg används i undervisningen. Samarbete kan ske mellan lärare och elever, mellan elever och mellan lärare.

5.1.3.1 Kollaborera och diskutera i undervisningen

Tabell 2F. Kategorisering av data

Tabellen skapades vid kategoriseringen under studiens analysarbete och innehåller huvudkategorier och tillhörande subkategorier. Här handlar det om subkategorin "Kollaborera och diskutera i undervisningen".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
<ul style="list-style-type: none"> Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll Självvärterande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Visualisera ämnesinnehåll med bilder Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Kollaborera och diskutera i undervisningen Digital återkoppling i undervisningen

Lärarna beskrev på olika sätt under studien lärande utifrån ett sociokulturellt perspektiv där lärande sker bäst tillsammans. Samtidigt framkom delvis olika bilder både vid intervjuer och observationer. Lärare 1, 2 och 3 uttryckte att de ibland valde bort digitala verktyg när elever skulle samarbeta. Grupparbeten ska innehålla en diskussionsdel och lärarna upplevde att det inte fungerar bra att då använda digitala verktyg. Distractionen var en faktor som nämndes.

Lärare 3, citat 18: Diskussionen i gruppen blir bättre om de sitter och diskuterar det muntligt och det märker jag när dom fick uppgifter och jag satte dom två och två. Där kan det digitala inte hjälpa mycket.

Lärare 1 och Lärare 2 på Backskolan poängterade behovet av att elever arbetade enskilt med inlämningsuppgifter för att arbeten skulle kunna bedömas korrekt. Under arbetsområdet evolutionslära hade eleverna på Backskolan en enskild avslutande inlämningsuppgift men hade tidigare under arbetsområdet gjort en gruppuppgift i grupper om 2–4 elever. Grupperna hade utifrån en lista med rubriker fått välja inriktning på sina arbeten. Exempel på innehåll var ”GMO i världen”, ”Utvecklat liv genom naturlig selektion” och ”Zikavirus”. Varje grupp gjorde en muntlig redovisning där de berättade till en presentation som de hade skapat inför redovisningen. Lärare 1 lät eleverna responderade på varandras redovisningar med hjälp av ett enkelt formulär som delades ut på papper. Tempo, upplägg, fakta och gruppens diskussion var de delar som eleverna skulle ge respons på till varandra. Läraren poängterade att det som responderades på var andra delar än det som läraren bedömde. Lärare 2 hade bett eleverna att dela sina presentationer i drive med läraren vilket innebar att läraren i efterhand kunde öppna dem och titta tillbaka på innehållet. Det innebar också att vid redovisningen så öppnades alla gruppens presentationer på ett enkelt sätt via lärarens dator. Hos Lärare 2 skulle var och en av grupperna koppla in sin Chromebook vilket tog en del tid eftersom de inte var vana vid tekniken. Vid grupparbetena som Lärare 1 och Lärare 2 genomförde med sina elever så arbetade eleverna med digitala verktyg både när de letade efter fakta och skapade presentationerna. Lärarna uttryckte under intervjuerna att det inte lämpar sig med digitala verktyg vid grupparbeten. Det kan tyckas motsägelsefullt att eleverna använder digitala verktyg vid grupparbeten samtidigt som lärarna uttrycker att det inte lämpar sig. Tolkningen skulle kunna vara att dessa lärare som uttrycker att det är olämpligt med digitala verktyg vid grupparbeten syftar på gruppdiskussioner. Däremot anser de att dessa verktyg kan användas vid faktainsamling, dokumentation samt vid skapandet av presentationer. Lärare 4 resonerade på ett sätt som skiljde sig en del från de övriga. Han ville att eleverna skulle ges möjlighet att arbeta mer tillsammans än vad de gjorde vid tidpunkten för observationerna och resonerade kring när och hur de digitala verktygen då skulle användas. Didaktiska möjligheter fanns enligt läraren, men också fallor som han försökte undvika.

Lärare 4, citat 19: Nu är det ju väldigt mycket en och en, men lärande sker ju bäst i grupp ... Quizlet till exempel, men jag tror även Kahoot har det, så att man måste börja prata i grupp om vem som har svaret.

Läraren såg en utvecklingspotential i hur responsverktygen kunde användas när elever diskuterar och resonerar. Att fundera och resonera först på egen hand och sedan tillsammans ansåg läraren var en viktigt metod att använda sig av inom den

naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Vid så kallade EPA-övningar (enskilt, par, alla) lät läraren eleverna arbeta med gemensamma dokument och presentationer för att delge varandra samt de olika grupperna vad de kommit fram till. Lärare 3 beskrev att gemensamma diskussioner och gruppdiskussioner var viktiga, men beskrivningarna var inte på samma sätt knutna till möjligheter som finns med digitala verktyg, utan byggde på muntliga diskussioner oftast med hela klassen.

För några år sedan började de båda lärarna på Planskolan att arbeta på ett delvis nytt sätt. Arbetslaget skulle ta emot två nya klasser med undermålig måluppfyllelse i både matematik och de naturvetenskapliga ämnena. Lärarna ansåg att de behövde tänka i nya banor med sin undervisning för att nå dessa elever och därför började de flippa sin undervisning. Lärarna skapade egenproducerade filmer med svenskt och arabiskt tal som innehöll moment som lärarna upplevde var svåra för eleverna att förstå. Det handlade om ett nytt och medvetet pedagogiskt upplägg som innebar att lektionerna användes för diskussioner och samarbete på ett sätt som inte skett tidigare.

Lärare 3 citat 20: Det var i matematik där 58 procent inte hade godkänt och så gick det upp till 93 procent sista året i 9:an [93 procent godkända]. Kollar jag på mina resultat i NO så har det också blivit bättre och innan hade vi alltid en grupp som var svaga och som behövde mer tid, mer förklaring. Nu har de material in på Youtube eller på Facebook. Behöver de mer tid så får de sitta och kolla igen och igen på filmen och behöver de mer förklarar så ska de använda de verktygen. Funkar det inte så kom till mig.

Lärare 3 beskrev att detta sätt att arbeta på gav eleverna ökade möjligheter att utifrån sina behov repetera de naturvetenskapliga begreppen om och om igen och därmed höja sina resultat. Utifrån kontexten, som i detta fall innebär att en stor del av eleverna ännu inte behärskade det svenska språket, så var mervärdet stort för många av eleverna att filmerna fanns både på svenska och arabiska. Filmerna hjälpte till att öka begreppsförståelsen i de naturvetenskapliga ämnena. Utifrån tankarna med ett flippat arbetssätt beskrev läraren sitt arbete så här.

Lärare 3, citat 21: Den tiden som du använder till genomgång ska du använda till annat. Där började jag och då märkte jag att eleverna uppskattade det.

Trots sina positiva upplevelser såg lärarna på Planskolan att det fanns en problematik med detta arbetssätt om alla elever inte förberedde sig inför lektionerna så som det var tänkt. När allt för många elever exempelvis inte sett filmen som de skulle så skedde inte gruppdiskussioner i klassrummet i önskad omfattning. Det var ett skäl till att det fungerade olika bra i olika klasser och därmed ett av skälen till att det används av lärarna på Planskolan i varierande omfattning. Under kategori A beskrevs att Lärare 3 numera ofta ser filmerna tillsammans med sina elever vid första tillfället. I och med att

filmerna sedan finns att tillgå för eleverna så finns det större möjligheter att använda lektionerna till diskussioner och resonemang istället för som tidigare repetition av fakta.

På Backskolan beskrev Lärare 1 arbetssättet flippad undervisning på följande sätt:

Lärare 1, citat 22: Sen så ger vi input, alltså för begrepp och så vidare så är det väldigt mycket i alla fall från min sida. Mycket traditionella genomgångar och som kompletteras med flippor som vi har länkar på från Classroom.

Denna lärare menade att flippor kompletterade de traditionella genomgångarna. Med flippor menar läraren korta faktafilmer om ämnet som läraren delger eleverna genom Classroom. Ur lärarens beskrivning går det inte att utläsa att tiden i klassrummet används för mer samarbete och diskussioner, vilket var fallet på Planskolan.

Samarbete med hjälp av digitala verktyg kan också ske mellan lärare för att underlätta och förbättra arbetet. Detta finns det exempel på i studien. I Googles verktyg samarbetade lärarna på Planskolan genom att skapa gemensamma dokument som de arbetade i. Lärarna var inbjudna som lärare i kollegors Classroom vilket innebar att de kunde hjälpa varandra genom att lägga ut information i varandras rum, men det kunde också innebära att de inspirerade varandra. På Backskolan diskuterades det bland kollegiet hur Classroom borde användas för att nyttjas så optimalt som möjligt för lärare och elever. På skolan fanns en försöksverksamhet där lärare tog över redan skapade Classroom för att ta del av kollegors arbete och underlätta sin egen planering. Riktigt hur detta skulle genomföras och vilket resultat som skolan hoppades på hade lärarna inget svar på vid studiens genomförande. Däremot lyfte de en ambition och önskan om att ta del av kollegors sätt att kommunicera naturvetenskapligt ämnesinnehåll med hjälp av Classroom.

5.1.3.2 Digital återkoppling i undervisningen

Tabell 2G. Kategorisering av data

Tabellen skapades vid kategoriseringen under studiens analysarbete och innehåller huvudkategorier och tillhörande subkategorier. Här handlar det om subkategorin "Digital återkoppling i undervisningen".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
<ul style="list-style-type: none"> Faktafilmer med syfte att kommunicera ämnesinnehåll Självvärterande responsverktyg med syfte att kommunicera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Visualisera ämnesinnehåll med bilder Skapa och paketera material för att visualisera ämnesinnehåll 	<ul style="list-style-type: none"> Kollaborera och diskutera i undervisningen Digital återkoppling i undervisningen

När elever och lärare använder ett system som innebär att flera personer med enkelhet har tillgång till ett gemensamt material så uppkommer nya möjligheter utifrån bland annat samarbete och återkoppling. I studien finns exempel på återkoppling som elever

fick på sina skriftliga uppgifter och gemensamma dokument och presentationer. Alla fyra lärarna i studien uppgav att de gav sina elever formativ återkoppling med hjälp av digitala verktyg. De framhöll samtidigt att det tar tid som de inte riktigt har och att de därför väljer att göra det i vissa arbetsområden men inte i andra. Inom arbetsområdet ellära på Planskolan genomfördes ett par skriftliga enskilda inlämningsuppgifter i åk 8. Den ena var ett samarbete med ämnet svenska där uppgiften handlade om att producera och konsumera el. Den andra handlade om att varje elev skulle rekommendera vilken typ av lampor som skulle köpas in till staden. Eleverna fick uppgifterna via Classroom och lämnade även in dem via verktyget. Inte vid någon av dessa två inlämningsuppgifter använde Lärare 3 eller klassens lärare i svenska funktionen i systemet för att kommentera i respektive inlämnat dokument. Lärare 3 beskrev att han brukade ge återkoppling i form av kommentarer digitalt i elevernas dokument, men att det i dagsläget tog längre tid för honom att göra det digitalt än med papper och penna. Samtidigt ansåg läraren att han egentligen inte hade något val eftersom eleverna ville ha det digitalt. På Planskolan menade båda lärarna att för de elever som har ambitionen att utvecklas är denna typ av återkoppling från lärarna mycket betydelsefull, men att eleven måste ha en vilja och drivkraft för att det ska ge ett mervärde.

Lärare 1 och Lärare 2 på Backskolan sa att de använde kommentarsfunktionen i dokument för att ge återkoppling till eleverna på deras uppgifter. Tanken med dessa kommentarer var att få eleverna att komplettera och förbättra sina texter för att nå en högre måluppfyllelse. Lärare 2 såg både pedagogiska och administrativa möjligheter med att kunna kommentera och kommunicera med elever direkt i deras dokument. Läraren beskrev det utifrån att det handlade om formativ bedömning. Lärare 2 uppskattade också möjligheten med chattfunktionen i Google och i dokumenten. Läraren hade erfarenhet av att chattar med elever ofta innebar snabba svar. När läraren kunde ställa frågor och få snabba svar blev arbetet effektivt och eleverna kunde få snabb respons på inlämnade uppgifter. Att under arbetets gång kunna följa elevernas arbeten i Classroom och enkelt kontrollera uppgifternas status utifrån när ett arbete skulle lämnas in uppskattades av samma lärare. Skulle någon elev inte ha lämnat in sin uppgift så var det möjligt för läraren att ta del av uppgiften och bedöma den trots detta, vilket läraren såg som positivt. Tidigare fanns det elever som ofta glömde sina arbeten hemma på skrivbordet. Då var det inte möjligt att få tillgång till dem och därmed kunde ingen bedömning göras.

Under arbetsområdet evolutionslära gav Lärare 2 skriftlig återkoppling på alla elevers arbeten vid minst ett tillfälle. Den gången skedde det med penna på pappersutskrift av elevernas arbeten. Läraren var bortrest när återkopplingen skulle ske och var inte säker på tillgången till internet. Därför valde han att göra det via papper och penna. Läraren valde en lösning som han inte tyckte var optimal, men som var den bästa utifrån förutsättningarna vid detta tillfälle. När återkopplingen gjordes på detta sätt var det exempelvis svårare att följa upp förbättringar som eleverna genomfört. Att arbeta fullt ut med de digitala verktygens möjligheter innebär att det alltid måste finnas tillgång till

internet för att hinder inte ska uppstå. Alla lärarna i studien beskrev att det är problematiskt när skolans wifi inte fungerar eftersom en stor del av undervisningen bygger på molntjänster, men att det numera sällan är ett problem med skolans wifi.

I Classroom observerades att lärare i studien delade med sig av Worddokument samt Powerpointpresentationer till eleverna, vilket innebär att en del funktioner utifrån kollaboration inte fungerade som det var tänkt när eleverna har Chromebooks. Medvetenheten om vilka konsekvenser det medförde fanns inte hos alla lärare i studien.

Som nämnts tidigare så eftersträvade Lärare 4 att organisera sin undervisning i hög grad utifrån att elever skulle samarbeta och diskutera. Läraren berättade hur han uppmanade sina elever att använda gemensamma dokument eller presentationer.

Lärare 4, citat 23: Alla är inne o skriver i samma, antingen som grupper eller enskilt. Sen tittar vi på, vad har vi skrivit, är det skillnader här? Så kan man också prata om, vad är det för nivå på det här svaret, är det som är med i betygskriterierna med? Vi gjorde inte så nu, men det händer att jag gör det.

Ett annat exempel som samma lärare tog upp var hur han använder delade presentationer mellan elever.

Lärare 4, citat 24: Nu tittar vi på den här filmen och ni ska välja fem punkter som ni tyckte var de viktigaste som ni upptäckte i den här filmen. Sen sätter jag dem i grupper och de får prata ihop sig och komma fram till gemensamt fem av allas punkter. Tjugo har vi då oftast om dom sitter fyra i varje grupp. Tjugo punkter i fem grupper o sen så lägger de upp dem i en gemensam presentation där alla är inne o skriver o då kan man in o titta... alla kan gå in och kolla o sen så brukar de få ett tillägg till det för jag brukar också skriva ner vad som är viktigast i filmen.

Genom detta arbetssätt delade eleverna med sig till varandra av vad de kommit fram till på en gemensam plats som var åtkomlig för alla. Eleverna kunde sedan fortsätta arbetet och tillsammans diskutera vilka punkter som hela klassen tyckte var viktigast. Dessa fanns sedan samlade och alla hade tillgång till dem även efteråt.

Lärare 2 filmade alla elevers muntliga presentationer under arbetsområdet evolutionslära. Det innebar möjligheter för läraren att bedöma elevernas insats i efterhand genom att titta på filmen. Dessutom var läraren frånvarande vid ett par av presentationerna vilket på grund av att de filmades inte blev problematiskt.

Lärare 2, citat 25: Jag filmade ju även dem som jag inte var med på. Det var trevligt att se filmerna efteråt. Man ser helt andra saker.

Läraren beskriver att en stor del av bedömningen skedde under själva presentationen, men att han inte ville anteckna för mycket under tiden eftersom det kunde störa eleven. Filmerna gav läraren möjlighet att i efterhand studera hur eleverna hade

resonerat och reflekterat över ord och begrepp som skulle finnas med i presentationerna. Det hjälpte läraren att bedöma innehållet i redovisningarna.

Lärare 1 och Lärare 2 som arbetade med evolutionslära skapade en begreppslista med ord och begrepp till eleverna. Begreppslistan bestod av nästan 100 centrala begrepp av olika svårighetsgrad. Exempel från listan var enzymer, variation, 46 stycken, stegpinnar och ribosomer. Listan fanns i ett Googledokument i Classroom och varje elev fick en kopia på dokumentet där den själv kunde skriva in förklaringarna. I dokumentet fanns anteckningar om på vilka sidor i läroboken som begreppen återfanns, men sedan var det upp till varje elev hur de ville arbeta med begreppen så att de behärskade dem. Begreppen som eleverna skulle kunna tydliggjordes på detta sätt, men själva ämnesinnehållet var upp till varje elev att söka upp. Grunden till att möjliggöra kollaboration, diskussioner och digital återkoppling fanns i och med dokumenten, men ingen av delarna utnyttjades om inte eleverna själva initierade detta och delade med sig till varandra.

5.2 Tolkning med hjälp av ramverket TPACK

Den första delen av resultatkapitlet visade på lärarnas olika fokus och perspektiv vid användningen av digitala verktyg. Kategoriseringarna ovan har främst handlat om lärarnas upplevelser och beskrivningar av användningen av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. I kommande avsnitt tolkas lärarnas beskrivningar samt data som framkommit vid observationer med utgångspunkt i ramverket TPACK.

Lärarnas beskrivningar av sina handlingar och upplevelser problematiseras med utgångspunkt i TPACK-modellens olika kunskapsområden. På så sätt beskrivs hur lärares TPACK kommer till uttryck i deras reflektioner och vilka komponenter av TPACK som är mer framträdande än andra i lärarnas naturvetenskapliga undervisningspraktik. Lärarnas nyanserade förståelse av den komplexa relationen mellan teknik, ämne och pedagogik visade sig se olika ut. Tilläggas bör att TPACK används som ett ramverk för att tolka lärares beskrivningar samt skeenden och intentionen och inte för att ge en heltäckande bild av respektive lärares personliga TPACK.

För att lärare ska undervisa naturvetenskap med digitala verktyg på ett sätt som främjar elevernas lärande behöver lärarnas tekniska kunskap (TK), pedagogiska kunskap (PK) och ämneskunskap (CK) kombineras. Då dessa kunskapsområden samverkar och påverkar varandra framkommer ytterligare tre kategorier (PCK, TCK, TPK) samt en där samverkan sker mellan alla tre (TPACK). Kontexten som undervisningen sker i är dessutom något som lärarna enligt ramverket förhåller sig till och gör olika val utifrån. Studien har sitt fokus på ämnesdidaktik och lyfter därmed särskilt lärarnas upplevelser när digitala verktyg används i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Möjligheter och hinder som framkommer beror på

lämpligheten i verktyget och hur det används, men är också relaterade till lärarnas kunskaper och kompetenser. I resultatet illustreras de komponenter av TPACK som är mer framträdande än andra, genom att bokstäverna i TPACK skrivs med olika storlek. I analysprocessen i metodkapitlet finns en mer ingående beskrivning av detta sätt att presentera lärarnas TPACK på.

Lärarna uttrycker i de flesta fall inte konkret vad de besitter eller saknar för kunskaper och kompetenser. Det framkommer indirekt vid intervjuer samt till viss del vid observationer. TPACK handlar om lärarnas specifika kunskap inom de olika kunskapsområdena, men också till stor del om att dessa samverkar och påverkar varandra. Resultatredovisningen utgår från de tre huvudkategorierna och bygger på resultat som framkom där.

5.2.1 Lärarnas TPACK när ämnesinnehåll kommuniceras

Tabell 3A. Huvudkategorier med TPACK

Tabellen visar de tre huvudkategorierna och är en del av Tabell 2. Här handlar det om huvudkategorin "Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
--	--	--

I studien finns en rad exempel på hur lärare kommunicerar ämnesinnehåll inom den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Att de digitala verktygen används av alla fyra lärare till detta ändamål är tydligt, men beskrivningarna av hur, till vad och medvetenheten kring varför skiljer sig åt. Med stöd i TPACK analyseras hur lärares kompetenser påverkar hur ämnesinnehållet kommuniceras.

5.2.1.1 Utvecklad TPACK när ämnesinnehåll kommuniceras

Lärarna visar generellt sett en stor medvetenhet kring vilket ämnesinnehåll som ska kommuniceras och på vilket sätt det är lämpligt både utifrån val av verktyg samt val av pedagogik. Detta anpassas av lärarna utifrån kontexten som undervisningen sker i. Nedan följer några exempel på utvecklad TPACK när ämnesinnehåll kommuniceras. Då både kunskap om teknik (T), pedagogik (P) och ämne (C) framträder i exemplen och påverkar varandra är samtliga tre bokstäver i fetstil och skrivs **TPACK**.

Lärarna beskriver att det ämnesinnehåll som undervisningen ska förmedla bestäms utifrån vad som står i läroplanerna samt påverkas av egna erfarenheter av vad elever brukar uppleva som svårt och som de behöver behärska för fortsatt kunskapsinhämtning. Något som alla lärare i studien lyfter som mycket viktigt i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken är begreppsbildning. Ett sätt för läraren att kommunicera ämnesinnehåll är att ta hjälp av faktafilmer. Lärarna hittar dessa filmer och kan dela med sig av dem till sina elever, vilket tyder på att läraren behärskar den grundläggande teknologiska kunskapen. När Lärare 3 upplever att det finns behov, så

ser klassen på filmen tillsammans. De tittar på en liten del, stoppar, diskuterar, tittar igen, allt för att alla elever ska förstå innehållet. Läraren väljer detta pedagogiska upplägg eftersom många i klassen inte behärskar det svenska språket och måluppfyllelsen i elevgruppen är låg. Att pausa, starta och titta igen på en film som visas via datorn är mycket enkelt via dagens teknik och har blivit naturligt för läraren. Att samtala om innehållet i en film och välja ut vilket ämnesinnehåll som är viktigast ger enligt läraren ett annat djup i förståelsen än om var och en tittar själv. Läraren poängterar kvaliteten i det som görs för att eleverna ska lära sig, annars glömmes de lika snabbt vad de sett och pratat om.

Lärare 3, citat 26: Idag ska vi lära oss fem–sex begrepp. Vi ska förstå dem bättre och det märker jag när vi har jobbat med begreppen och sen gjort test att det blir så.

Eleverna behöver hjälp med att fokusera på vissa delar, men kan sedan använda filmen ett obegränsat antal gånger på egen hand, vilket innebär en stor möjlighet till individualisering.

Självriktande responsverktyg användes av lärarna på Planskolan under arbetsområdet ellära. Vid planeringsarbetet bestämde lärarna att de skulle använda sig av två olika typer av verktyg för att befästa begrepp samt hitta ett roligt sätt att bedriva ”traggelträning” på. Den ena läraren ville använda sig av det som eleverna i klassen sedan tidigare var vana vid. Den andra läraren ville prova ett verktyg som han hade hört talas om och som han trodde skulle passa elevgruppen som skulle lära sig begrepp inom ellära. Det ena verktyget var mer passande för eleverna att arbeta med på egen hand, medan det andra var utformat för att användas tillsammans i klassen. Detta var lärarna medvetna om och det var ett av skälen till att de beslutade sig för olika verktyg. De valde teknik utifrån vad de ville uppnå och på vilket sätt de önskade möta elevernas svårigheter.

Exemplen visar på att kunskapsområdena TK, PK, och CK är väl utvecklade samverkar och påverkar varandra. I beskrivningarna gör lärarna sina val i förhållande till vad de vill uppnå och hur de tror att de kan möta eleverna på det mest framgångsrika sättet. Kontexten, som spelar en betydande roll i ramverket, är återkommande vid beskrivningarna i form av elevgruppens behov. Dessa exempel visar på utvecklad **TPACK**.

5.2.1.2 Begränsad TPACK när ämnesinnehåll kommuniceras

Lärarna i studien beskriver alla att de använder sig av korta faktafilmer i olika mängd och på olika sätt i sin undervisningspraktik.

Lärare 1, citat 27: När man ska bryta av en lektion och det har varit ett tungt teoretiskt pass och så vidare och då är det bra med film. Det är också att man försöker lägga in det så att det inte blir för tungt när man håller på med tunga ämnen och det kan beläggas samma fråga i filmen.

Att lätta upp en tung teoretisk lektion med en lämplig film hör till de pedagogiska val en lärare har. Fortsättningsvis säger läraren att eleverna inte får somna in utan måste fortsätta att vara alerta och då kan det vara bra med en film. Lärarens pedagogiska arbete påverkas av valet av teknik, men det framkommer inte några ytterligare beskrivningar av varför och på vilket sätt läraren väljer att använda faktafilmerna. Tyngdpunkten vid beskrivningarna blir därmed på att eleverna behöver en film för att de ska orka med. Denna lärare delar liksom de andra lärarna med sig av filmer till sina elever via Classroom. Filmerna läggs där, men utan kommentarer kring innehåll och hur de ska användas av eleverna. Utifrån den sammanlagda bilden blir därmed intrycket att läraren är nöjd med de tekniska möjligheterna som innebär lättillgängliga korta faktafilmer som kan visas med hjälp av utrustning som alltid är tillgänglig. De pedagogiska möjligheterna med filmerna lägger inte läraren så stor vikt vid. Om syftet är att lätta upp ett tungt arbetsområde så tolkas detta som att fokus på innehållet inte är så stort. Därmed är TK mer framträdande och PK och CK påverkas inte i så hög grad av de tekniska möjligheterna. Det innebär att lärarens TPACK i detta sammanhang beskrivs med TPACK.

Alla lärare i studien använder plattformen Classroom främst med ett administrativt fokus för att informera, dela med sig av uppgifter samt samla in elevernas uppgifter. Innehållet är oftast en presentation, länk till en film eller en uppgift som ska göras. Lärarna påtalar att systemet har brister som ibland är problematiska och påverkar undervisningen.

Lärare 3, citat 28: Om jag lägger något på Classroom, så får de inga signaler. Jag tror inte att de får signaler, men de får signaler när jag skriver på Facebook.

Läraren tror inte att eleverna får så kallade aviseringar från Classroom när det finns nya inlägg, men vet att de får det när nya inlägg kommer på Facebook. Det tyder på en kunskapsbrist hos lärarna eftersom det är fullt möjligt för elever och lärare att få en avisering även i Classroom. Denna kunskapsbrist påverkar hur kommunikationen sker digitalt mellan lärare och elever.

Ett par av lärarna nämner att det ibland är svårt för både lärare och elever att hitta i Classroom på grund av flödet med inlägg. De vet att det går att ändra ordningen på meddelanden, men tycker att denna del borde vara uppbyggd på ett annat sätt. Dessa lärare nämner att en del av det de upplever som brister i systemet eventuellt påverkas av att deras kunskaper om systemet är bristfälliga. I vissa fall har inte lärarna kunskap om hur systemet är tänkt att fungera och går därmed miste om dess fulla potential och viktiga funktioner, något som också observerades. I Classroom observerades att lärarna ofta använde funktionen Uppgift, trots att det inte handlade om en uppgift som eleverna skulle utföra och lämna in, utan om ett meddelande. När en uppgift i Classroom skapas, medför det per automatik ett inlämningsdatum. Det innebär att eleverna får meddelanden om att de har försenade uppgifter på inlägg som i själva verket är meddelanden. Därmed blir denna funktion med inlämningsdatum som är tänkt att

underlätta för eleverna oanvändbar. Eleverna går därmed miste om ett stöd som finns om systemet används på rätt sätt av lärarna. Vid både intervjuer och observationer blir det tydligt att lärarna inte använder Classrooms didaktiska möjligheter och fullt ut nyttjar dess potential. Det brister i lärarnas tekniska kunskaper kring Classroom. I och med det så påverkas varken det pedagogiska upplägget eller ämnesinnehållet på något sätt mer än att det kommuniceras på annat sätt än tidigare. Eleverna ges därmed inte de strukturella förutsättningar de hade kunnat få. Lärarna väljer att kommunicera ämnesinnehåll digitalt i Classroom. Tolkningen blir att varken TK eller PK är väl utvecklat men finns med. Ämnet som ska kommuniceras är i fokus för lärarna och därmed stämmer **TPACK** in på alla fyra lärares användning av Classroom.

5.2.2 Lärarnas TPACK när ämnesinnehåll visualiseras

Tabell 3B. Huvudkategorier med TPACK

Tabellen visar de tre huvudkategorierna och är en del av Tabell 2. Här handlar det om "Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
--	--	--

Digitala verktyg innebär nya möjligheter att visualisera den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Lärarnas visualisering av ämnesinnehåll i relation till de olika kunskapsområdena kopplas samman i denna del. Alla lärare i studien visualiserade ämnesinnehåll i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Hur och varför skilde sig dock åt.

5.2.2.1 Utvecklad TPACK när ämnesinnehåll visualiseras

Lärare 4 hade upptäckt stora möjligheter med att projicera iPadens kamerabild via projektorn. Det innebar att alla elever i klassen nu kunde se detaljer som läraren ville visa. Detta underlättade undervisningen och innebar att fler elever fick en bättre förutsättning att följa med vid genomgångar inför exempelvis laborationer. Läraren hade ett problem som han löste med hjälp av tekniken. Han hade utvecklade tankar om i vilka sammanhang det skulle ge ett mervärde i undervisningen och på vilket sätt möjligheten skulle användas. Det skulle kunna visa på en utvecklad **TPACK** där de olika kunskapsdelarna samspelar och påverkar varandra. Ett annat sätt att se på det är att ämnesinnehållet är underordnat och att det skulle kunna ske för att visualisera mer eller mindre vad som helst. I så fall handlar det om **TPACK**

Lärarna påpekar att de inte är nöjda med ämnesinnehållet i de läroböcker som de har att tillgå. Ett par av lärarna tycker inte heller att strukturen som finns i läroböckerna är tydlig för eleverna. Att visualisera genom att skapa egna faktafilmer och presentationer eller använda det som andra lärare skapat och delat med sig av är ett sätt att komma tillrätta med behovet av lämpligt ämnesinnehåll. Lärare 2 i studien

skapar presentationer med ett tydligt innehåll utifrån kunskapskraven. Teknikens möjligheter används för att avhjälpa något som han upplever som problematiskt. Läraren ser en möjlighet att med hjälp av digitala verktyg utveckla och få en ökad tydlighet i undervisningen. Tidigare skapade läraren liknande presentationer med hjälp av en app. Eftersom eleverna hade Chromebooks vid den tiden då studien genomfördes och det inte gick att läsa denna typ av filer på en Chromebook, övergick läraren till att skapa presentationer i Google presentationer. Läraren anpassade det digitala verktyget till elevernas kontext som var Chromebooks. Lärare 3 som producerade egna filmer behärskade tekniken att skapa filmer, bedöma i vilka fall det fanns behov av nya filmer och vilket ämnesinnehållet skulle vara. Lärarens beskrivningar av hur filmerna användes visade på medvetna pedagogiska val med ämnesinnehållet i fokus. De olika kunskapsområden påverkade varandra och samverkade när lärarna gjorde sina val. citat 2 (sid 72) och citat 21 (sid 85) är exempel på det som beskrivs och visar på en utvecklad **TPACK**.

Lärarnas beskrivningar visar att de har gjort olika val utifrån kontexten, som i detta fall till stor del handlar om elevgrupperna som de undervisar och som har olika sammansättning och behov. Hur lärare väljer att lägga upp sin undervisning kan också vara beroende av var och ens personlighet, vilket också blir en del av undervisningens kontext. Exempelvis väljer Lärare 2 att skapa presentationer utan ljudinspelning medan Lärare 3 skapar filmer med svenskt och arabiskt tal. Detta kan bero på olika saker, men en tolkning skulle kunna vara att båda lärarna eventuellt inte är lika bekväma med att lyssna till sin egen inspelade röst, eller att lärarna anser att det behövs eller inte behövs i respektive klass vilket skulle kunna avspegla sig i deras olika val.

5.2.2.2 *Begränsad TPACK när ämnesinnehåll visualiseras*

Lärarna beskrev möjligheter med visualisering i form av exempelvis 3D-bilder, men ingen av lärarna hade tillgång till verktyg av denna typ som de ansåg fungerade på ett tillfredsställande sätt. Däremot beskrev lärarna att bilden hade en viktig roll i flera sammanhang. När behov fanns att med hjälp av en bild visualisera något som en elev inte förstod, så fanns kunskapen om hur bilden eller filmen hämtades. Lärarna uttryckte tekniska kunskaper om hur de skulle kunna visualisera ett visst ämnesinnehåll samt var ämnesinnehållet kunde återfinnas, men strategier kring hur dessa möjligheter sedan skulle användas i undervisningen tillsammans med eleverna var inte lika tydliga. Det tyder på utvecklad TCK men att PK inte har samma fokus. Det kan därmed beskrivas som **TPACK**. Lärare 4 ansåg att många lärare glömmar bort de olika pedagogiska möjligheter som finns med digitala verktyg och sätter teknologin och ämnesinnehållet i fokus.

Lärare 4, citat 29: Folk glömmar ibland bort att vara goda pedagoger utan om de bara tar in de digitala verktygen så tror de helt plötsligt att de är goda pedagoger

Läraren reflekterade mycket över hur han själv la upp sin undervisning och såg hela tiden en möjlighet att förbättra den samtidigt som han hade en viss skepticism mot att andra lärare bara jobbade på. **TPACK** eller kanske **TPACK** var hans beskrivning av hur många lärare arbetade. Vid flera tillfällen uttryckte han önskemålet om att lärare i högre grad skulle låta sina pedagogiska kunskaper påverka hur de använde sig av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken, det vill säga använda sin **TPACK**.

5.2.3 Lärarnas **TPACK** vid kollaboration och återkoppling

Tabell 3C. Huvudkategorier med **TPACK**

Tabellen visar de tre huvudkategorierna och är en del av Tabell 2. Här handlar det om "Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen".

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
--	--	--

Digitala verktyg kan användas och ge ett mervärde vid samarbete, diskussioner och olika typer av återkoppling. Lärarna i studien hade till viss del olika syn på vilka möjligheter som ges med hjälp av digitala verktyg.

5.2.3.1 Utvecklad **TPACK** vid kollaboration och återkoppling

Lärare 4 hade flera exempel på hur han lät sina elever använda digitala verktyg när de samarbetade för att inhämta kunskaper. Det handlade exempelvis om att samarbeta i dokument eller presentationer för att tillsammans komma fram till en eller flera slutsatser. I sina reflektioner beskrev han vilka kunskaper eleverna inhämtade genom olika arbetssätt och han hade tankar om hur han ville utveckla sitt arbete. Hittills hade eleverna oftast svarat på egen hand när olika quiz hade använts i undervisningen. För att dessa digitala verktyg skulle leda till en djupare förståelse var lärarens intention att eleverna framöver i ett första skede skulle diskutera frågorna i grupp.

Lärare 4, citat 30: nu är det väldigt mycket en och en men lärande sker bäst i grupp, så hur kan man då få detta. Det jag vet är att vissa [har det] Quizlet till exempel, men jag tror även Kahot, så att man måste börja prata i grupp om vem som har svaret.

Om det var möjligt att använda samma responsverktyg när eleverna skulle svara i grupp eller om ett annat skulle prövas, var något som läraren behövde undersöka närmare. Att som lärare ställa frågor på andra sätt nämndes också av läraren som en möjlig utveckling för att använda de digitala verktygens potential. Genom att integrera tekniken med pedagogiken och ämnet resonerar Lärare 4 på ett sätt som i dessa sammanhang visar på utvecklad **TPACK**. Det som blir tydligt vid lärarens beskrivningar är att de digitala verktygen kan användas på många olika pedagogiska

sätt utifrån vad han vill att eleverna ska lära sig. Beskrivningar som tex ”förra gången gjorde jag så här ... o nästa gång tror jag att jag ska pröva det här istället på grund av...”, ”elevernas resultat på proven visade att...” visar att han reflekterar över genomförandet på flera plan och ser att det finns flera andra alternativ som kan utveckla och förbättra undervisningen. Citat 29 (sid 94) visar också att han framhåller de pedagogiska valen en lärare gör som viktiga. Han ser att det finns olika typer av digitala verktyg i form av responsverktyg som är lämpliga vid olika tillfällen och sammanhang. Kunskapen och medvetenheten kring de tre kunskapsområdena blir tydlig, men det tydligaste är lärarens medvetenhet om hur förändringar i de olika delarna påverkar undervisningen och elevernas kunskapsinhämtning.

Att undervisa utifrån förhållningssättet flippad undervisning beskriver Lärare 3 i studien på ett tydligt sätt. Eleverna har mycket ämnesstoff att lära sig och läraren vill använda tiden med eleverna optimalt där diskussioner tillsammans med eleverna och eleverna emellan spelar en viktig roll. Läraren har en tydlig pedagogisk tanke med arbetssättet, och anpassar det utifrån elevgruppen. Han använder sig till stor del av korta faktafilmer som han har spelat in och utifrån sin erfarenhet och elevgruppen som ska undervisas så anpassar han ämnesinnehållet i filmerna. Detta visar på en utvecklad **TPACK**.

5.2.3.2 *Begränsad TPACK vid kollaboration och återkoppling*

Lärarna på Backskolan valde att skapa dokument med listor på aktuella begrepp som eleverna skulle behärska inom ämnesområdet evolutionslära. Denna lista delade de sedan med sig av till eleverna via Classroom.

Lärare 2, citat 31: Inför provet i genetik, då hade vi ju en avbockningslista med begrepp och ord som skulle kunnas bara.

Dokument med aktuella begrepp innebar en tydlighet kring vilket ämnesinnehåll eleverna skulle kunna, men gav inget stöd i hur de skulle lära sig begreppen. Fokus blev på CK, medan de teknologiska och pedagogiska möjligheterna med digitala verktyg inte användes. Lärarna på Backskolan uttryckte under intervjun att de skulle vilja ha ett verktyg för digitala prov. Även det indikerar att lärarna inte såg att de hade möjlighet att använda denna typ av verktyg redan idag, trots att de nämnde ett par av dem vid namn. De var medvetna om att dessa fanns, men inte hur och till vad de kunde användas. Att vara medveten om namnet på dem utan att förstå hur de skulle kunna användas i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken tolkas som att i detta sammanhang är varken den pedagogiska eller den teknologiska kunskapen väl utvecklad. **TPACK** är därmed det som i bäst beskriver situationen.

Tre av fyra lärare i studien uttrycker att de upplever att diskussioner och samarbete hindras av digitala verktyg, vilket i sin tur påverkar hur de organiserar sin undervisning. De ser inte möjligheterna i de digitala verktygen när eleverna exempelvis ska genomföra diskussioner vid grupparbete, utan ser tekniken i dessa

sammanhang endast som en distraktion. Detta kan tolkas som att i dessa sammanhang upplevs distraktionen från de digitala verktygen så pass problematisk att det påverkar upplägget på undervisningen på så sätt att de väljer att avstå från de digitala verktygen. Men man kan även tolka det på andra sätt. Med hjälp av TPACK kan det tolkas på tre olika sätt. 1) Om det är olämpligt att använda digitala verktyg vid samarbetet så är lärarnas **TPACK** utvecklad i och med att de aktivt väljer bort verktygen eftersom de inte tillför undervisningen något positivt utan bara distraherar. 2) Om det istället beror på lärarnas bristande pedagogiska kompetens och förmåga att organisera undervisningen så att de digitala verktygens potential så är det **TPACK**. 3) Om det är brister i lärarnas tekniska kompetens och kunskap om hur och vilka digitala verktyg som skulle vara lämpliga är orsaken till deras val så handlar det om **TPACK**.

I studien framkom att lärarna ger feedback till sina elever i dokument som eleverna fått tilldelade genom Classroom. Det innebär att lärarna kan följa med under elevernas skrivprocess. Alla lärare i studien uttrycker att de använder kommentarsfunktionen i verktyget för att ge eleverna respons, men det är tydligt att de gör det i olika omfattning och på olika sätt.

Lärare 3, citat 32: Att läsa ett papper är mycket lättare för mig och anteckna kanske, MEN när jag använder Classroom skriver jag feedback till varje elev, det tar lite mera tid tycker jag. Det tar mycket mera tid än att jag tar det på papper. Papper går mycket snabbare, MEN det är jag som behöver vänja mig tycker jag. Det är inget val, det är framtiden.

Lärare 3 beskriver att arbetssättet inte är oproblematiskt, men att det är så som han behöver arbeta framöver. Han menar att han måste följa med i tiden, men att det i dagsläget ibland tar längre tid för honom att arbeta digitalt i stället för med papper och penna. Insikten och viljan till förändring finns hos läraren. Det tyder på att läraren behöver utveckla sin kompetens och vana inom området, vilket tolkas som att den tekniska kunskapen är minst utvecklad och därmed är detta en beskrivning av **TPACK**.

Lärare 1 uttrycker att han kompletterar sin traditionella undervisning med flippar. Därmed använder han inte det pedagogiska upplägget som finns med flippad undervisning och som fokuserar på att använda tiden med eleverna på allra bästa sätt, utan använder tekniken för att låta eleverna få tillgång till korta faktafilmer. I citat 27 (sid 91) framkommer att Lärare 1 uppskattar tillgången till filmerna som möjliggjorts på grund av tekniken, men enligt lärarens beskrivning används de främst för att lätta upp ett arbetsområde. I detta sammanhang framträder inte den pedagogiska kompetensen. Ett sätt att tolka det hela på är att tekniken framträder tillsammans med ämnesinnehållet. Detta sker om läraren väljer filmernas innehåll med omsorg. Det är svårt att avgöra om så är fallet, eller om det är den lättillgängliga tekniken som styr användningen. **TPACK** eller **TPACK** är därmed alternativa tolkningar.

5.2.4 Sammanfattning av TPACK utifrån kategorierna

TPACK har använts för att synliggöra hur lärarnas kompetenser påverkar och samverkar i olika situationer sorterade i tre huvudkategorier. Hur utvecklad TPACK är hos lärarna i de olika situationerna skiljer sig åt mellan de olika kategorierna, men även inom de olika kategorierna.

Tabell 4. Sammanfattning av TPACK

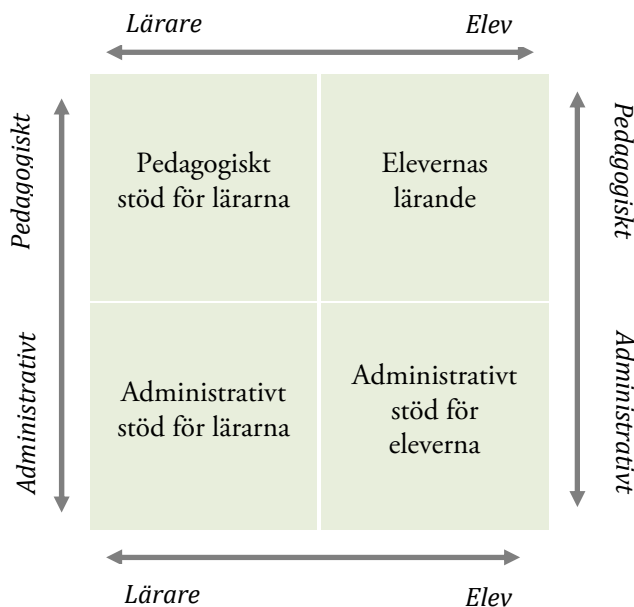
Tabellen ger en överblick över TPACK uppdelad på de tre huvudkategorierna.

A: Digitala verktyg för att kommunicera ämnesinnehåll	B. Digitala verktyg för att visualisera ämnesinnehåll	C: Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen
Till stor del utvecklad TPACK.	Till stor del utvecklad TPACK.	Flest exempel på inte fullt utvecklad TPACK finns under denna kategori

Det finns exempel på utvecklad TPACK inom alla tre kategorier. Pedagogisk kunskap är det kunskapsområdet som har störst utvecklingspotential i alla tre kategorier. Kategori C som handlar om kollaboration och återkoppling är den kategori där de positiva effekterna enligt lärarna inte överväger de negativa effekterna. I denna kategori finns det också flera alternativa tolkningar av lärarnas beskrivningar, vilket diskuteras i diskussionskapitlet.

5.2.5 TPACK i relation till lärarnas fokus och perspektiv

Detta resultatkapitel inleddes med kategorisering av lärarnas beskrivningar utifrån ett ämnesdidaktiskt perspektiv. Hur lärarnas kunskaper samverkar och påverkar varandra analyserades sedan med hjälp av ramverket TPACK. Vid analysarbetet blev det tydligt att lärarna beskriver sina upplevelser av att använda digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken utifrån skilda perspektiv och skiftande fokus, vilket berörs avslutningsvis. Dessa olika utgångspunkter framkom vid intervjuerna men var även möjliga att se vid observationerna. För att visa dessa olika fokus och perspektiv skapades under analysarbetet en figur som benämns F&P-figuren. Lärarnas beskrivningar handlar om digitala verktyg som ett administrativt stöd och ett stöd i det pedagogiska arbetet. De beskriver att digitala verktyg bidrar till elevernas lärande, men också ger en tydlig struktur och ett administrativt stöd för eleverna i deras arbete. Skalan är inte ”antingen eller” utan påverkas av delarna i olika grad.



Figur 4. F&P-figuren (Fokus- och perspektiv-figuren)

Denna egenutvecklade figur skapades för att ge en överblick över den glidande skala som lärarna rör sig inom när de beskriver användningen av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken.

Kontexten är en viktig del av del av TPACK. Lärare 1 och Lärare 2 på Backskolan undervisar elever i åk 9, vilket blir en del av den kontext som de utgår från när de beskriver sin undervisning. En del av lärarnas beskrivningar tenderar att handla mer om att digitala verktyg används för att underlätta sitt eget administrativa arbete. Bedömningar som de ska genomföra inför betygsättning är exempel på utgångspunkter som lärarna har när de planerar och genomför sin undervisning. Dessa delar är av stor vikt för lärarna och undervisningen, men lärarnas pedagogiska kunskaper i relation till TPACK-modellens övriga kunskapsområden blir i sammanhanget inte möjliga att studera. Lärarnas primära syfte vid en del av beskrivningarna är inte att använda de digitala verktygen i ett pedagogiskt sammanhang för elevers lärande, utan för att uppfylla kraven på en bedömning av deras kunskaper i förhållande till läroplanen. Detta är ett exempel på att användarens perspektiv spelar en central roll när och om TPACK är relevant eller ej. Utifrån F&P-figuren används TPACK främst på de delar av figuren som behandlar pedagogik. Det ligger ingen värdering i det utan ett konstaterande att fokus och perspektiv ser olika ut i lärarnas beskrivningar. För att TPACK ska vara relevant behöver de olika kunskapsområdena finnas med, vilket inte är fallet vid beskrivningar som helt och

hållet är av administrativ karaktär. När lärarnas beskrivningar sker utifrån administrativa vinster och behov så kan det i vissa fall trots allt finnas skäl till att använda TPACK. Exempelvis uttrycker sig en av lärarna på följande sätt kring Classroom:

Lärare 1, citat 33: Classroom är en liten revolution i det här sammanhanget, att man lägger ut uppgifterna digitalt istället för att ha tjocka häften man delar ut till eleverna.

citat 34: Man har möjligheter att skicka ut uppgifter genom Classroom och man har möjligheter att få in uppgifterna från eleverna i Classroom och man kan se om de har gjort uppgifterna eller ej.

Läraren beskriver det administrativa stödet som Classroom kan ge dem och deras elever. Att TPACK trots det används på dessa beskrivningar beror på att det finns en potential i Classroom för att använda det i ett ämnesdidaktiskt syfte. Att lärarna inte har utvecklat det sättet att arbeta på tyder i detta sammanhang på en begränsad TPACK som kan betecknas TCK eller CK, beroende på om användningen beror på brister i tekniken i sig eller på lärarnas tekniska kompetens. Därmed används det enligt beskrivningarna i citat 33 och 34 främst som ett administrativt stöd för lärare och elever, men det skulle kunna vara ett pedagogiskt och ämnesdidaktiskt stöd.

Lärare 3 och Lärare 4 återkommer ofta till att tiden tillsammans med eleverna ska användas på det mest effektiva sättet. Lärare 3 väljer exempelvis att låta det administrativa stödet vara underordnat att elevernas undervisningstid i klassrummet ska användas på det mest effektiva sättet. Effektivt för denna lärare är att så stor del som möjligt av en lektion ägnas åt det som han tror gynnar elevers lärande. Lärare 3 beskriver att det hade inneburit en tidsbesparing för honom om eleverna hade genomfört diagnosuppgifter digitalt, men att det hade minskat effektiviteten vid undervisningstillfället. I citat 32 (sid 97) beskriver Lärare 3 att eleverna vill och förväntar sig att få respons på uppgifter digitalt. I dagsläget tar det längre tid för läraren att göra det digitalt än med papper och penna. Digitala verktyg förväntas underlätta lärarnas administrativa arbete, men upplevelsen som Lärare 3 har är inte alltid den. Lärare 2 menar däremot att det är svårare att följa upp förbättringar som eleverna har genomfört om återkopplingen till dem skett via papper och penna. Därmed finns det enligt läraren pedagogiska skäl till att ge eleverna återkoppling digitalt, vilket tolkas som att lärarens TPACK är väl utvecklad i detta sammanhang. Lärare 3 vill kunna ge eleverna digital återkoppling eftersom de efterfrågar det. Han motiverar inte lika tydligt som Lärare 2 den pedagogiska vinsten, utan motivet handlar främst om att tillfredsställa elevernas efterfrågan. Tolkningen blir därmed att varken den pedagogiska eller teknologiska kunskapen är utvecklad hos Lärare 3 i detta sammanhang. Det teknologiska utgör en tröskel för övergången till en mer digitaliserad kommunikation med eleverna och eftersom läraren inte beskriver några pedagogiska vinster blir de i sig ingen drivkraft. En möjlig tolkning skulle också

kunna vara att det är systemet som inte är tillräckligt användarvänligt och därmed behöver förändras.

Dessa exempel kan placeras in i F&P-figuren. Det visar att det är möjligt att använda TPACK vid lärarnas beskrivningar av sin undervisning i de naturvetenskapliga ämnena från olika delar av F&P-figuren. Detta trots att lärarnas fokus i vissa fall låg på de administrativa behoven och att vissa kunskapsområden var underordnade. Det kan bero på aktiva medvetna val från läraren, men också på brister inom något kunskapsområde. Detta går inte att avgöra baserat på den data som samlats in i denna studie.

6 DISKUSSION

I detta kapitel diskuteras lärares kompetenser och användning av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken i förhållande till möjligheter och aktuell forskning. Hur lärare väljer att använda digitala verktyg påverkas av deras pedagogiska kunskap, kunskap i ämnet och kunskap om digitala verktyg samt i vilken kontext som användningen sker. Detta kapitel är inledningsvis strukturerat efter TPACK:s tre grundläggande kunskapsområden där skärningspunkterna och kontexten läggs in där det anses lämpligt. TPACK är under ständig bearbetning av forskare och en möjlig utveckling och användning av ramverket i praktiken diskuteras vidare. Avslutningsvis tas några tänkbara implikationer upp.

6.1 Använda digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik

Digitala verktyg används av lärare med olika syfte, i olika sammanhang och därmed på olika sätt. Att välja lämpliga digitala verktyg är en sak, men hur verktygen sedan används i relation till undervisningsinnehållet är avgörande för huruvida det var ett lämpligt val. Valen sker genom en komplex interaktion mellan ämnesinnehåll, pedagogik och teknik (Koehler & Mishra, 2006). Denna interaktion sker vid skärningspunkterna mellan TPACK:s olika kunskapsområden samt i relation till den kontext där undervisningen är situerad.

Studien har ett ämnesdidaktiskt fokus. Det visade sig vara en utmaning att få lärare att särskilja det ämnesspecifika från det allmändidaktiska i sina beskrivningar. Ämnesdidaktiska och allmändidaktiska metoder är ofta starkt sammanflätade i undervisningspraktiken. Även visst administrativt arbete som sker när lärare genomför undervisning och tillhörande aktiviteter kan vara starkt sammankopplat med själva undervisningen. En stor del av lärarnas allmändidaktiska beskrivningar finns inte redovisade i resultatet. Fokus vid analysarbetet var ämnesdidaktik och de allmändidaktiska beskrivningarna hamnade i utkanten av eller utanför forskningsfrågorna.

6.1.1 Fokus på lärares ämneskunskap

Ett av de tre grundläggande kunskapsområdena inom TPACK är ämneskunskaper, vilket är starkt knutet till vilket ämnesinnehåll läraren ska förmedla i undervisningspraktiken. Åsikterna går till viss del isär kring vad den naturvetenskapliga undervisningen ska syfta till. Sjøberg (2010) anser att den naturvetenskapliga allmänbildningen ska vara i fokus. Samtidigt finns det studier som visar att den naturvetenskapliga undervisningen endast tillgodoser den minoritet av elever som väljer att studera vidare inom naturvetenskapliga och tekniska utbildningar (Jidesjö et al., 2009). Det tyder på att undervisningen fokuserar på andra delar. Leden (2017) anser att den naturvetenskapliga undervisningen behöver anpassas och breddas så att fler elever känner engagemang. Wong och Hodson (2009) anser att den naturvetenskapliga allmänbildningen behöver ta plats eftersom vårt samhälle behöver medborgare som vågar ta ställning. I studien arbetade några av klasserna med genetik. En av lärarna gav exempel på möjligheten att projicera bilder som engagerade elever och därmed en debatt kring genmodifiering. Arbetsområdet genetik kan vara ett exempel på när digitala verktyg skulle kunna hjälpa ämnesinnehållet utifrån naturvetenskaplig allmänbildning och medborgarperspektivet, men där lärare behöver göra medvetna val utifrån val av digitala verktyg och pedagogiskt upplägg. Digitalisering diskuteras ofta utifrån att det är en demokratifråga vilket i så fall går hand i hand med den naturvetenskapliga allmänbildningen.

Ämnesinnehåll kommuniceras ofta med hjälp av läroböcker. Lärarna i studien påtalar bristen på bra läromedel i form av läroböcker. De anser att böcker som finns att tillgå många gånger inte innehåller tillräckligt med ämneskunskaper. Lärarna hittar därmed kompletterande möjligheter med hjälp av digitala verktyg och resurser. Faktafilmer skapade av lärare som finns på Youtube är ett sådant vanligt exempel. Valen av filmer gjordes av lärarna utifrån olika premisser. Lärarna letade efter ett specifikt ämnesinnehåll men även andra faktorer spelade in om de använde en film i undervisningen eller ej. En av skolorna i studien hade införskaffat 3D-utrustning. Utrustningen hade en tydlig ämneskoppling till de naturvetenskapliga ämnena. Detta var ett försök att ge lärarna tillgång till ett digitalt verktyg med ett naturvetenskapligt ämnesinnehåll där nya möjligheter till visualisering skulle kunna användas tillsammans med eleverna. Utrustningen användes inte, vilket en av lärarna menade berodde på faktafel i materialet. Appar med ämnesinnehåll är ett annat exempel som kan räknas som ett läromedel. I studien påpekar lärarna att det inte är en självklarhet att det finns appar inom alla ämnesområden på lämplig nivå. Förutom att det grundläggande ämnesinnehållet behöver vara korrekt, är det också av stor vikt hur appar förmedlar innehållet samt ger respons till eleven för att främja lärandet. Sjödén (2015) anser att lärare behöver få en större kunskap kring att bedöma om en app/resurs kan stödja elevers inläring eller ej. Många appar har en stor utvecklingspotential.

Tillgång är en grundläggande princip, men för att användning ska ske behövs även andra faktorer. Att faktainnehållet stämmer är en sådan grundläggande faktor som behöver finnas med vare sig det är en traditionell lärobok eller en digital resurs. På den andra skolan som ingick i studien efterfrågades digitala 3D-bilder som lärarna ansåg skulle kunna vara till stor hjälp vid visualisering av ämnesinnehåll. Det finns potential i denna typ av bilder för att nå ut med naturvetenskaplig undervisning, men faktorer som ämnesinnehåll, kunskap och inspiration om hur de kan användas är delar som behöver finnas med för att användningen ska bli givande.

Det är inte möjligt att i en studie som denna bedöma lärares ämneskunskaper och detta var inte heller syftet. Däremot är det möjligt att diskutera hur lärare lyfter fram ämnesinnehåll och vilka problem de kan stöta på när de gör sina olika val. Är ämnesinnehållet i fokus eller ej och tar de vara på de möjligheter som finns? Mishra och Koehler (2013) menar att god undervisning med hjälp av digitala verktyg kräver en förändring i både pedagogik och innehåll. I studien framkommer inte om det har skett någon betydande förändring när det gäller det innehåll som kommuniceras, utan fokus ligger på hur. Tydligt är dock att möjligheterna att hitta lämpligt ämnesinnehåll för lärare och elever samt kommunicera det har ökat.

6.1.2 Fokus på lärares pedagogiska kunskap

Digitala verktyg i kombination med lämpliga pedagogiska metoder är det som leder till framgång och inte verktygen i sig (Fiels & Marshall, 2006; Islam & Grönlund, 2016). Samtidigt uttrycker många svenska lärare att de inte är rustade för att kunna använda digitala verktyg på ett pedagogiskt sätt i undervisningen (Skolverket 2016). Vid studiens analysarbete framkom att den pedagogiska kompetensen har störst utvecklingspotential av de tre grundläggande kunskapsområden som ingår i TPACK. Det finns en stor mängd olika pedagogiska möjligheter för respektive verktyg där medvetna val från lärarens sida kan spela en avgörande roll för om användningen av verktyget blir framgångsrik eller ej. Lärare bör fundera över vilka olika pedagogiska val det finns när ett digitalt verktyg används för att lära ut ämnesinnehåll. I citat 29 (sid 94) framkom att en av lärarna själv reflekterat över kollegors kompetens kring just dessa val när de använder digitala verktyg. Läraren menar att de glömmer bort att vara goda pedagoger när digitala verktyg används och inte tänker på att de kan användas på så olika sätt och med olika syfte. Det skulle kunna handla om att digitala verktyg inte har approprierats och neutraliserats och därmed inte har blivit en naturlig del av undervisningen för en del lärare. Det påverkar i sin tur den pedagogiska användning.

Samma digitala verktyg går att använda på många olika sätt och med olika syften. Det finns verktyg som alla fyra lärare i studien använder sig av men på olika sätt. Ett exempel är lärarproducerade faktafilmer på Youtube. Hur dessa använts och med vilket syfte skiljer sig åt. Att en lärare använder Youtube i sin undervisning säger egentligen inget innan syftet och användningen har klargjorts. För att använda

potentialen i filmerna behöver kompetenserna samverka och påverka varandra när lärarna väljer hur de ska användas. Det behöver tas stor hänsyn till kontexten i form av elevgruppen när läraren bestämmer på vilket sätt och i vilket sammanhang filmerna ska användas. Tekniken i sig avgör inte resultatet och användningen, utan det är användaren som avgör dess roll och påverkan (Orlikowski, 1992).

Responsverktyg användes på olika sätt och i olika omfattning i denna studie. Det var tydligt vid observationer under studien att många elever triggades av tävlingsmomentet som uppstod när denna typ av verktyg användes. Det kan jämföras med Baltaci-Goktalay (2016) studie som visar på engagerade elever när responsverktyg användes vilket innebär att undervisningen upplevdes som roligare. En av lärarna i studien upplevde att eleverna lärde sig en viss typ av innehåll med hjälp av responsverktygen, men att användningen behövde utvecklas för att om möjligt bli mer heltäckande. Som det var nu svarade exempelvis var och en av eleverna enskilt vilket innebar att momentet inte byggde på att som elev lär man sig bäst tillsammans. Läraren funderade på hur det pedagogiska upplägget skulle kunna förändras så att detta skulle ske i större omfattning framöver. Mishra och Koehler (2013) menar att för att teknik ska användas på ett framgångsrikt sätt måste en genomgång göras av det pedagogiska upplägget och ämnesinnehållet och det måste ske en anpassning av dessa. Ska det ge ett mervärde i undervisningen så behöver ämnesdidaktiken vara central när lärarna gör sina val.

Distraction vid användning av digitala verktyg är ett hett debattämne. Multitasking ansågs under en period vara möjligt, men forskning har visat att det blir ett distraktionsproblem om man tror sig kunna göra många olika saker samtidigt (Kirschner & De Bruyckere, 2017). Lärare upplever det många gånger som problematiskt att eleverna blir distraherade av digitala verktygen när de ska samarbeta. Forskning visar att det är viktigt att lärare designar utformar sin undervisning för att minska denna upplevda problematik kring distraction (Andersson, et al., 2016; Scherer & Hatlevik, 2017). Samspelet mellan människa och verktyg kallar Säljö (2011) ”förmedlande redskap”. Det kan i sig innebära att människor samverkar, men genom själva verktyget, vilket skulle kunna ske vid grupparbeten där digitala verktyg spelar en roll. Digitala verktyg för kollaboration och återkoppling i undervisningen är den kategori i denna studie som är mest diversifierad. Här finns störst utrymme för alternativa tolkningar och den kategori där lärarna i studien lyfter att de ser flest negativa effekter när digitala verktyg används. Olika lärare upplever distractionen som ett varierande problem, vilket skulle kunna vara sammankopplat med att undervisningen läggs upp på olika sätt när eleverna samarbetar. Här anser till exempel Andersson et al. (2016) att elever ofta samverkar istället för att samarbeta när de har varsin dator.

Digitala verktyg i arbetslivet nyttjas till stor del för att samarbeta och kommunicera. Dyste (2003) menar att skolan ska skapa ett lärande som är så autentiskt som möjligt i förhållande till det lärande som sker ute i samhället. Det finns en utvecklingspotential i hur lärare och skolor generellt använder digitala möjligheter vid samarbete och kommunikation. Digitala verktyg innebär helt nya

möjligheter till samarbete både synkront och asynkront, privat och i arbetslivet. Den ökade möjligheten till gemensam dokumentation samt tillgång till historiken vid olika typer av dokumentation har ett stort mervärde för ett flertal yrkesgrupper. För en programmerare så är till exempel det samarbete som sker i forum parallellt med att kod tas fram ovärderligt. Att ställa frågor och svara i samarbetsforum ger möjligheter att i efterhand gå tillbaka och se vad som gjorts och var det eventuellt gick fel. Att delta på möten och ha gemensamma och ytor att samarbeta kring fast man inte är på samma fysiska plats är ett annat exempel. I skolans värld skulle det kunna finnas liknade mervärde, men i dagsläget är det få lärare som använder sig av dessa möjligheter. Med fortsatt kompetensutveckling inom detta område så kan designen av undervisningen utvecklas och dessa möjligheter tas tillvara.

Den gemensamma uppfattningen om återkoppling med hjälp av digitala verktyg från lärarna i studien är att det är användbart men tar för mycket tid. Att det tar tid kan bero på ovana, men också på den typ av verktyg som finns att tillgå. Hur mottagaren av återkoppling tar emot den är också av vikt för att bedöma om det är mödan värt eller om det med tanke på arbetsinsatsen borde skett på annat sätt. Klart är att utvecklingspotentialen är stor och att kollaboration och återkoppling kan höra tätt samman. I sammanhanget är det relevant att diskutera digitala verktyg som kan ge eleverna direkt feedback och återkoppling. En stor del av de appar som används i undervisningen ger denna typ av återkoppling. Sjödén (2015) beskriver en utökad möjlighet som finns att skapa appar/resurser där rollerna blir ombytta. Eleven agerar lärare för någon i spelet som ska lära sig något nytt. Detta påverkar elevens lärande utifrån att kunskapande sker i ett socialt sammanhang och ger därmed eleven en fördjupad förståelse samt en ökad motivation.

Begreppsbildning och förståelse för fenomen är enligt många lärare centralt i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken (Högström, 2009). Därmed är det av stort intresse att se hur lärare väljer att använda digitala verktyg i arbetet med begreppsbildning. Begreppen kan förmedlas med hjälp av digitala verktyg eller så används verktygen även för att underlätta själva begreppsbildningen. Om syftet är att stötta eleverna i det organisatoriska kring vilka begrepp de ska lära sig så görs vissa val. Är syftet även att stötta eleverna i själva lärandet så behövs både andra verktyg och ett annat pedagogiskt upplägg. Återigen är det digitala verktyg i kombination med lämpliga pedagogiska metoder det som leder till framgång och inte verktygen i sig (Fiels & Marshall, 2006; Islam & Grönlund, 2016). Att generalisera och påstå att det är bra eller dåligt att använda digitala verktyg när begreppsinnläring ska ske är därmed irrelevant och ointressant. Syftet måste vara klart innan valen genomförs och valen i sig är sedan beroende av varandra för att undervisningen ska bli framgångsrik.

6.1.3 Fokus på lärares teknologiska kunskap

Forskning visar att användning av digitala verktyg i undervisningen är starkt sammankopplad med lärarnas inställning till användningen (Scherer et al., 2018). Det innebär att om man vill att det ska ske en förändring i användningen så hjälper det föga att utbilda i hur det tekniska fungerar om man inte samtidigt arbetar med attityden. Utbildningen sker i dessa fall i TK och då är det upp till lärarna själva till att sätta in tekniken i ett ämnespedagogiska sammanhang. Trots att detta kan upplevas som självklart så sker specifika utbildningar i digitala system mer eller mindre fristående från orsak, fördelar och sammanhang som finns med systemet. Många lärare behöver konkret fortbildning för att förstå vilka möjligheter som finns utifrån undervisning inom just deras ämnesområde (Spiteri & Chang Rundgren, 2017). I studien beskriver en av lärarna att han uppskattar konkreta exempel från andra lärare inom det naturvetenskapliga området. En annan lärare uppskattar stödet och hjälpen som han kan få av skolans IKT-pedagog. Dessa två lärare uttrycker att de konkret behöver stöd för att utveckla sin undervisning. Lärares kunskaper och kompetenser ser olika ut från början och därmed är det naturligt att de är i behov av olika stöd. Beroende på vilken kunskap en lärare har kan det också vara svårt att veta vad man inte kan och därmed vad man behöver. Ett exempel är att Classrooms ämnesdidaktiska potential inte används av lärarna. Det intressanta är att lärarna är nöjda med systemet men de ser att det finns en utvecklingspotential i själva systemet. Att de redan i dagsläget skulle kunna använda systemet på ett annat sätt, exempelvis utifrån ett ämnesdidaktiskt perspektiv har de ingen vetskap om. Även här skulle det reflekterande kollegiala samtalet kunna vara en framgångsfaktor (Nilsson, 2012, 2014).

För ett tiotal år sedan köptes en stor mängd interaktiva skrivtavlor in till många skolor i Sverige och i en del andra länder (Gregorcic et al. 2017a). Det fanns en tro att inköp av dessa var ett sätt att ligga i utvecklingens framkant och att tekniken i sig skulle förmå lärarna att ta vara på möjligheterna att arbeta på ett nytt digitalt sätt. För lärare i de naturvetenskapliga ämnena finns det stora möjligheter att använda skrivtavlor på ett sätt som berikar undervisningen (Ormanci et al., 2015; Gregorcic et al., 2017a). Till tavlorna kunde dokumentkameror och mikroskop köpas, vilket innebar ännu fler möjligheter i den naturvetenskapliga undervisningen. På en av skolorna som ingick i studien fanns denna typ av tavlor. De interaktiva tavlorna användes som projektorer där de interaktiva möjligheterna och de tillhörande programmen lämnades oanvända. Tavlorna blev inte det medierande verktyget och någon appropriering skedde aldrig. Visst har tavlornas möjligheter använts från och till av lärare men det är få lärare som kontinuerligt har använt dem som en naturlig del av undervisningen. Därmed har ingen neutralisering skett.

Detta överensstämmer med forskning som visar att potentialen i denna typ av tavlor sällan används (Slay et al., 2008). Det räcker inte att tekniken finns tillgänglig. Lärarna måste ha kunskap om hur tekniken fungerar och kompetens i fråga om hur

de kan användas för att ge ett mervärde i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Är lärarnas TK utvecklad men de andra kompetenserna inte samverkar så blir det ingen framgångsrik undervisning med hjälp av digitala verktyg (Mishra & Koehler 2013).

I Skolverkets uppföljning kring användning av digitala verktyg (2019) poängteras att lärare generellt sett får lägga alltför mycket tid på problem med teknik. Detta påverkar användningen av verktygen negativt och bör åtgärdas. En del av teknikproblemen kan vara sammankopplade med lärarnas kompetenser vilket även beskrivs av lärarna i denna studie. En viktig fråga som belyses i denna avhandling är vad en lärare behöver behärska inom detta område. I en av skolorna i studien utrustas salarna med skärmar och trådlösa möjligheter att koppla upp sig mot dem. Det är ett försök att minska mängden adapttrar och kablar som är trasiga eller saknas och är ett konkret försök att minska den tid som lärare lägger på att få teknik att fungera. Dock verkar det som att denna förändring riskerar att ske på bekostnad av vissa moment i undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena. Projiceringsytan minskar, vilket inte ger samma möjligheter att visualisera som tidigare. Detta upplevdes som en klar försämring av en av lärarna i studien.

Problem med teknik tar tid och därmed fokus från undervisningen. Därför valde lärarna ofta bort den lite mer avancerade tekniken och valde i stället det enkla och det som de kände sig trygga med. Vid inköp av digitala verktyg är det av stor vikt att skolan med utgångspunkt från sina behov har möjlighet att styra teknikinköp om användningen ska ske på ett framgångsrikt sätt (Grönlund 2014). En iPad i ett stativ, sammankopplad med en projektor visar sig i studien ge ett mervärde. Läraren hade sedan tidigare tillgång till iPad och kände till dess funktioner, och i varje klassrum fanns en projektor. Mycket visar på att lärare använder det enkla och det som de har förtroende för att det ska fungera. Det som tar för mycket tid på grund av att tekniktröskeln är för hög används inte.

Hsu (2015) visar med sin forskning att det är särskilt relevant att stimulera lärare inom de naturvetenskapliga ämnen att använda digitala verktyg i sin undervisning för att förklara komplexa fenomen för eleverna. Då kan det vara så att den enkla tekniken som beskrevs ovan inte är tillräcklig, utan mer ämnesspecifik behövs. Ett exempel skulle kunna vara att samla in data via exempelvis sensorer för att visualisera ett fysikaliskt fenomen. Om den tekniken användes skulle det kunna innebära en introduktion till områden inom de naturvetenskapliga ämnena som tidigare ansågs svåra att visualisera och därmed för komplicerade för eleverna att förstå. Denna typ av utrustning fanns inte på skolorna i studien. Mätinstrumenten är digitala, men inget av instrumenten möjliggjorde att eleverna kunde ta del av data och resultat på ett nytt sätt. I laborationssalar finns en stor mängd utrustning som är specifik för den naturvetenskapliga undervisningen, men digitaliseringen och dess möjligheter har ofta inte nått dit.

6.2 Fortsatt utveckling av TPACK

TPACK skapades från början för att identifiera kunskapsområden som lärare måste behärska för att på ett framgångsrikt sätt använda teknik i sin undervisning (Willermark 2016). Därefter har en rad modifieringar gjorts för att tydliggöra ramverket och hitta nya användningsområden. Ett av skälen till modifieringarna är ett upplevt behov av att konkret kunna använda ramverket i utvecklings- och förändringsarbetet. I denna studie har ramverket använts i analysarbetet och därmed har lärarnas val i förhållande till deras olika kunskaper och kompetensområden tydliggjorts.

6.2.1 TPACK i studien

Mishra och Koehler uttrycker att olika lärare har olika utvecklad TPACK. Willermark (2018) påpekar att lärares TPACK inte är statisk utan utvecklas och förändras ständigt och påverkas av olika sammanhang. Vid analysarbetet blev det tydligt att så är fallet. Därmed är det inte möjligt att som observatör och intervjuare uttala sig om en lärares TPACK, utan endast använda TPACK i situationer och på skeenden som läraren är en del av. I avhandlingen har TPACK således använts för att tolka och illustrera lärares beskrivningar av sin undervisning med hjälp av digitala verktyg. Det handlar om nedslag i detaljer för att beskriva komplexiteten i användningen. Därmed har det inte handlat om att utveckla dessa lärares TPACK utan att få ett stöd i resonemang kring lärarnas medvetna val och potentialen i användningen.

6.2.2 GATI för att utveckla lärares TPACK

I en stor mängd studier har TPACK använts för att identifiera eller mäta lärares TPACK, främst med hjälp av självrapportering och ofta i form av en enkät (Willermark 2018). Att utveckla lärares TPACK kräver insatser under en längre tid och det grundläggande ramverket ger inget stöd i det arbetet. Vid avhandlingens teoretiska genomgång i kapitel 3 beskrevs en utveckling av TPACK som benämndes GATI (Graphic Assessment of TPACK Instrument). GATI innebär att grafiska representationer skapas av respektive lärare för att visa på respektive lärares nuläge och framtida ambitioner utifrån TPACK. Krauskopfs et al. (2018) beskriver GATI med en uppmaning till forskare att fortsätta att utveckla GATI för att hjälpa lärare att själv identifiera sin TPACK och därmed i nästa steg utveckla sin användning av digitala verktyg i undervisningspraktiken. I GATI skapar lärarna sitt eget venndiagram. Det innebär att de tre cirkelarna som symboliserar lärarnas kunskapsområden kan vara olika stora och förhålla sig till varandra i olika omfattning via skärningspunkterna.

I denna avhandling nämns vid upprepade tillfällen vikten av lärarnas medvetna val och användningen av de digitala verktygens potential. Lärarnas förhållningssätt och hur de reflekterar kring sin användning av digitala verktyg ser olika ut. GATI skulle kunna stödja lärare att utveckla sin undervisning med hänsyn till respektive lärares nuläge samt ambitionsnivå. Skapandet av ett personligt venndiagram bör ske i samarbete med kollegor för att respektive lärares verkliga profil ska bli så objektiv som möjligt. Krauskopf et al. (2018) anser att GATI kan stödja lärare i att reflektera över sina yrkeskunskaper och tydliggöra behovet av professionella utvecklingsaktiviteter. När det aktuella venndiagrammet är på plats för respektive lärare så innebär nästa steg att bestämma hur man önskar att diagrammet ska se ut framöver. Respektive lärare går från en lägesbeskrivning till ett framtida önskat scenario. I samband med det sker också en diskussion om hur denna förflyttning ska kunna göras. Vad ska läraren själv göra, hur kan kollegorna stötta och vad behövs det hjälp med utifrån? Dessa personliga venndiagram skulle också kunna vara ett sätt att möta olika behov om man vill få till en utveckling och en ökad samsyn i ett arbetslag eller på en hel skola.

6.3 Implikationer

Lärares undervisningspraktik påverkas av deras kompetenser i form av kunskaper i ämnet, pedagogiska upplägg samt val av digitala verktyg och hur dessa förhåller sig till varandra. Att digitala verktyg används säger något om lärarnas tekniska kunskap, men inget om verktygens möjligheter och lämplighet i sammanhanget.

- Är det bra eller dåligt att använda digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken?
- Vilken effekt ger användningen av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken?

Frågor som dessa är vanligt förekommande i den mediala debatten och låter sig inte besvaras så enkelt. För att kunna ge ett någorlunda heltäckande svar på dessa frågor behöver hänsyn tas till hur, vad, med vilket syfte och på vilket sätt verktygen har använts. Ramverket TPACK är ett sätt att identifiera dessa delar. Min förhoppning är att denna studies resultat och efterföljande diskussioner innebär en ökad medvetenhet om komplexiteten i frågorna ovan.

Utifrån detta resonemang konstateras följande:

1. Hur och till vad och med vilket syfte är frågor som alltid behöver ställas i diskussioner kring digitala verktyg i undervisningen.
2. Börja med det enkla! Det är ofta det som verkligen används som har effekt och om det används på ett medvetet sätt skapar det mervärde.

3. För att digitaliseringens potential ska användas i ökad utsträckning behövs ett utökat fokus på ämnesdidaktik. Inköp och fortbildning behöver ske med utgångspunkt i respektive ämnesområde.
4. Digitaliseringens möjligheter har olika fokus och perspektiv. Av lärare krävs förståelse och kunskap kring både de administrativa och de pedagogiska möjligheterna för att potentialen i verktygen ska användas på ett effektivt sätt.
5. Det är viktigt att arbeta förebyggande och strategiskt med att minska problem med tekniken så att trösklarna för användarna kan sänkas. Detta för att i större utsträckning behålla fokus på undervisningen och uppnå administrativa vinster.

Rektorers och huvudmäns förståelse för de digitala verktygens möjligheter och fallgropar är av stor vikt. Vilket stöd lärare behöver för att i ökad omfattning organisera sitt arbete och undervisning med hjälp av digitala verktyg skiljer sig åt. Dock är det inte möjligt att som forskare i en studie som denna göra en bedömning av lärares samlade TPACK. Det handlar istället om att analysera skeenden och situationer med hjälp av TPACK. Det visade sig att lärarnas användning av digitala verktyg ofta är mer av allmäntdidaktisk karaktär vilket både observerades och framkom vid intervjuerna. Det känns naturligt att lärare i en utvecklingsfas börjar med de basala nyttorna, för att sedan gradvis växa in i ett mer specifikt användande där de ämnesdidaktiska delarna tar en större plats. Att kunna belägga denna hypotes i framtida forskning hade varit av intresse.

Att använda TPACK tillsammans med lärare i ett utvecklingsarbete kan vara en framgångsfaktor. Att praktiskt göra det med hjälp av GATI skulle kunna vara en möjlig väg där lärarna skulle få en aktiv roll att tillsammans med kollegor ta fram sin egen profil. Min förhoppning i ett framtida utvecklingsarbete är att få möjlighet att pröva denna metod på ett vetenskapligt sätt tillsammans med lärare och undersöka resultatet ur ett utvecklingsperspektiv.

6.4 Avslutningsvis

Det finns en mångfald av möjligheter med digitala verktyg för skolor, lärare och elever. En mångfald av möjligheter kan också innebära en viss problematik när valen ska genomföras.

När jag började skriva på denna avhandling var ett av syftena att rektorer och huvudmän skulle få en ökad förståelse för de digitala verktygens möjligheter och fallgropar när undervisning bedrivs. För att genomföra effektiva satsningar utifrån ett skolutvecklingsperspektiv behöver förståelsen öka. Även lärare måste få ta del av aktuell forskning i sin yrkesroll. Denna avhandling kan förhoppningsvis underlätta för dem att förstå vikten av medvetna val för att därmed öka nyttan av användningen av digitala verktyg.

En fråga som uppstår när man tittar på analysen av lärarnas TPACK och deras drivkrafter för att utveckla sin undervisning är hur skolan ska organisera utvecklingsarbetet för att det ska bli så effektivt som möjligt. Klart är att behovet ser olika ut samt att lärarnas drivkrafter för hur undervisningen kan förbättras skiljer sig åt. En lärare drivs av att utveckla undervisningen i dialog med sina elever. En annan lyfter vikten av erfarenhetsutbyte med kollegor i olika konstellationer. Att som lärare ha en hög medvetenhet om hur den egna undervisningen upplevs och ett driv för att det är möjligt att förbättra den är av vikt för att en bli framgångsrik lärare.

Det finns en nationell digitaliseringsstrategi för Sverige (Näringsdepartementet, 2016) och en som riktar sig till skolväsendet (Utbildningsdepartementet, 2017). I dessa styrande dokument och visioner uttrycks att digitaliseringens möjligheter ska tas till vara. Medan digitaliseringen av samhället innebär att vardagen förenklas och att vår konkurrenskraft ökar handlar skoldebatten främst om distraktionsproblem och att digitaliseringen inte främjar elevers kunskapsinhämtning utan tvärtom hämmar den. Kritiska röster höjs mot användning av datorer i skolan. Denna studie visar att lärarna lyfter de administrativa och strukturella vinsterna förutom de pedagogiska möjligheter. F&P-figuren (figur 4) visar den glidande skala som lärarna rör sig inom när de beskriver användningen av digitala verktyg i den naturvetenskapliga undervisningspraktiken. Lärare behöver få ta del av den utveckling och effektivisering som digitaliseringen innebär av vårt samhälle på samma sätt som andra yrkesgrupper. Fokus och perspektiv i förhållande till lärarens syfte är av vikt för att förstå att många av verktygen med fördel kan användas i olika sammanhang och med nytta för lärare och elever. I och med att organisation, administration och undervisning är så tätt sammanflätade i skolans värld är det omöjligt att enbart digitalisera en av dessa delar utan att de andra blir påverkade.

7 ENGLISH SUMMARY

7.1 Introduction

The school of today is part of an increasingly digitalized society. Digitalization has entailed a paradigm shift in which behaviors, structures and processes are fundamentally changed. It has altered the conditions for teaching and learning, bringing increased complexity to the teaching profession (Mishra & Koehler, 2006). The present thesis investigates how teachers' choices and use of digital tools affect their teaching practice in natural science. For many teachers it is not apparent how digital tools can be used as an enabler in the teaching practice of specific subject areas based on the content and goals set by the national curriculum. When digital tools are introduced in schools, research shows that teaching practice do not change automatically (Grönlund, 2014; Spiteri, Chang Rundgren, 2018 & Tallvid, 2015). Therefore, there is a need for researchers to investigate the potentials of digital tools and how they beneficially could be used in teaching. Natural sciences often contain phenomena and concepts that are complex and difficult for teachers to visualize, and there is a potential in digital tools to facilitate their work (Hsu, 2015). Teaching natural science by using digital tools should be a win-win concept for developing both scientific literacy and digital skills (Yeh, Hsu, Wu, Hwang, & Lin, 2013).

7.2 Theoretical framework

This thesis uses a sociocultural perspective on learning and a hermeneutical approach. Understanding interpretations, holistically and in parts, are examples of important cornerstones in the theory of knowledge (Gadamer, 2015). The thesis uses the TPACK framework, Technological, Pedagogical and Content Knowledge. TPACK was developed 2006 by Mishra and Koehler and originated from Shulman's framework PCK (Mishra & Koehler, 2006). It is used to describe the knowledge teachers need to possess in different areas to use digital tools effectively in their teaching practice. The TPACK framework is used to analyse the empirical data and

visualize it in the following discussions. Why, how and for what purpose teachers use digital tools in science teaching practice in relation to their competences is discussed. In the TPACK framework, the context in which teaching is performed also plays an important role, a factor that is highlighted as a parameter on a number of occasions in the thesis.

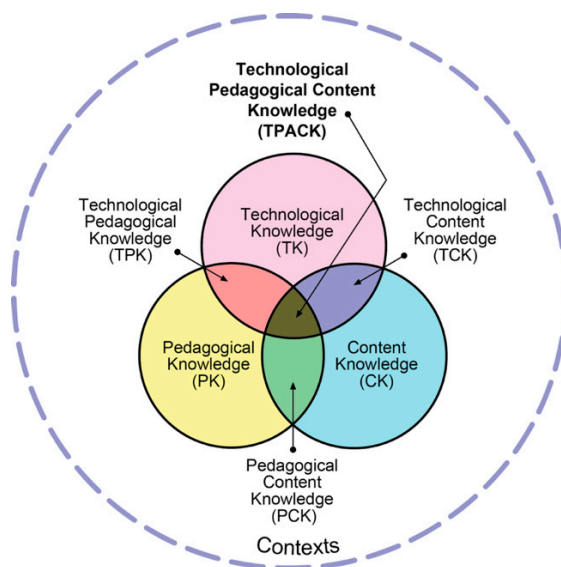


Figure 1
The figure shows a venndiagram that illustrates the TPACK framework, with different areas of knowledge in the form of circles and intersections where the areas of knowledge are combined (Mishra & Koehler, 2006). <http://tpack.org/>.

7.3 Aim and research questions

The overall aim of the thesis is to increase knowledge and understanding of how teachers' choices and use of digital tools affect their teaching practice in natural science.

The overall research questions are:

- *How do teachers describe their experiences of using digital tools in the natural science teaching practice?*
- *Which components of TPACK can be identified in teachers' actions in the classroom and discussions about how digital tools are used in the natural science teaching practice?*

7.4 Methodology

This qualitative study presents findings from empirical data collected from four science teachers of pupils aged 14-15 at two Swedish schools. The teachers were selected at schools where the technological prerequisites to teach using digital tools exist, and where the headmaster actively supports digital progress. In this case it means that each pupil and teacher has a personal computer and that the headmaster shows an interest in school development and improvement with the use of digital tools. Data derived from observations of lesson planning, transcripts from semi-structured interviews with teachers, field notes from observed science lessons and documented posts from digital fora connected to teaching.

The data was categorised in three main categories:

- A. Digital tools for communicating topic content
- B. Digital tools for visualizing topic content
- C. Digital tools for collaborating and giving feedback

Examples from the observations and interviews were applied in the different categories. In the second part of the analysis, TPACK was used on each of the categories to examine how teachers' areas of knowledge affects each other. During the analysis, quotes and descriptions which were connected to the research questions emerged. Some quotes did not fit into any of the categories, but still provided relevant explanatory variables for teachers' acting and multifaceted use of digital tools in their teaching practice.

7.5 Results

Teachers have different explanations for why, with what purpose and how they use digital tools. The context plays an important role and teachers must consider which students, what tools and what purpose they have when they choose digital tools in their teaching practice.

Observations focus on whether teachers' decisions are deliberate and conscious or whether teachers make the same choices regardless of subject content. The way the teachers organize and perform their work shows how they combine their different competences. The result indicates that their TPACK components work together to a different extent depending on the situation and context.

Pedagogical knowledge is the area of knowledge with the greatest development potential in all three categories of data (A, B, C). Collaboration and feedback (C) is the category, where, according to the teachers, the positive effects do not outweigh

the negative. In this category there are also several alternative interpretations of the teachers' descriptions.

It is important to understand with what aim teachers have chosen to use or not to use digital tools in different situations. First it must be made clear what perspective and focus teachers had when the decision was made. Based on that, it is possible to discuss the choices and the alternative ways of using the tools.

7.6 Discussions and implications

It is not the digital tools themselves that leads to success, but rather using tools in combination with appropriate educational methods (Fiels & Marshall, 2006; Islam & Grönlund, 2016). The purpose must be clear before the choices are made and then the teacher's different competences has to be combined in order for the result to be successful. If the teacher has a developed TPACK, the teacher knows how they combine their different competences to create a good learning situation. Teachers' awareness of what opportunities digital tools offer could be developed considerably. One way to do this could be by using GATI (The Graphical Assessment of TPACK Instrument), where all teachers do their own venndiagram to describe their personal TPACK (Krauskopf, Foulger, & Williams, 2018).

By being inspired by and learning from each other, teachers may become aware of how digital tools potentially can be used in their natural science teaching practice. Technology offers new opportunities, but if teachers do not use digital tools consciously they might miss out on these offers. Generalizing and claiming that using digital tools in schools are either good or bad is irrelevant and uninteresting. It is more relevant to look at the teachers' awareness and the choices they make when planning and developing their teaching practice.

8 REFERENSER

- Adalberon, E., & Säljö, R. (2017). Informal use of social media in higher education: A case study of Facebook groups. *Nordic Journal of Digital Literacy*, (04), 114–128. DOI: 10.18261/issn.1891-943x-2017-04-02.
- Andersson, A., Wiklund, M., & Hatakka, M. (2016). Emerging Collaborative and Cooperative Practices in 1:1 Schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(4), 413–430. doi.org/10.1080/1475939X.2015.1060896.
- Andersson, B. (2011). *Att utveckla undervisning i naturvetenskap: kunskapsbygge med hjälp av ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualisation, development and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers and Education*, 52(1), 154–168. doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.006.
- Aikenhead, G. S. (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice*. New York: Teachers College Press.
- Appleton, K. (2003). How Do Beginning Primary School Teachers Cope with Science? Toward an Understanding of Science Teaching Practice. *Research in Science Education*, 33(1), 1–25.
- Arksey, H., & Knight, P. T. (1999). Interviewing for social scientists: an introductory resource with examples. [Elektronisk resurs]. Hämtad från <http://methods.sagepub.com/ludwig.lub.lu.se/book/interviewing-for-social-scientists>.
- Aspers, P. (2011). *Etnografiska metoder: att förstå och förklara samtiden*. (2., [uppdaterade och utökade] uppl.) Malmö: Liber.
- Awadhi, S.A., Habib, N.A., Al-Murad, D., deei, F.A., Houti, M.A., Beyrouthy, T., Al-Kork, S., (2018). Interactive Virtual Reality Educational Application. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 3(4) 728–2. DOI: 10.25046/aj030409.
- Azhar, K. A., & Iqbal, N., (2018). Effectiveness of Google classroom: Teachers' perceptions. *Prizren Social Science Journal*, 2(2), 52–66.

- Baltaci-Goktalay, S. (2016). How Personal Response Systems Promote Active Learning in Science Education?. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 1(1), 47-54.
- Barker, D. (2013). *Flipped Classroom – det omvända arbetssättet*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Bebell, D., & O'Dwyer, L. M. (2010). Educational outcomes and research from 1:1 computing settings. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 9(1).
- Bergmann, J., Sams, A (2012). Before you flip, consider this. *The Phi Delta Kappan*, 94(2), 25 doi.org/10.1177/003172171209400206.
- Bergström, P., Mårell-Olsson, E., Jahnke, I. (2017). Variations of Symbolic Power and Control in the One-to-One Computing Classroom: Swedish Teachers' Enacted Didactical Design Decisions, *Scandinavian Journal of Educational Research*. DOI: 10.1080/00313831.2017.1324902.
- Boyle, M. P., & Schmierbach, M. (2015). Applied communication research methods: getting started as a researcher. 2015. [Elektronisk resurs]. Hämtad från <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/ludwig.lub.lu.se/login.aspx?direct=true&db=cat07147a&AN=lub.5155481&site=eds-live&scope=site>.
- Boyd, D. (2010). Social network sites as networked publics: Affordances, dynamics, and implications. I Z. Papacharissi (Red.), *Networked self: Identity, community, and culture on social network sites*, (39–58). New York and London; Routledge.
- Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber.
- Cabus, S., Haelermans, C., Franken, S. (2017). SMART in Mathematics? Exploring the effects of in-class-level differentiation using SMARTboard on math proficiency. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 145–161. doi.org/10.1111/bjet.12350.
- Cox, S., & Graham, C. R. (2009). Diagramming TPACK in practice: Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60–69 doi.org/10.1007/s11528-009-0327-1.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Education Technology and Society*, 16(2), 31–51. doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x.
- Chaib, C., Chaib, M., & Ludvigsson, A. (2004). Leva med IT: Nationell utvärdering av IT i skolan. (Encell-rapport 1:2004). Jönköping: Högskolan för lärande och kommunikation. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:4381/FULLTEXT01.pdf>.
- Chaiyo, Y., & Nokham, R. (2017). The Effect of Kahoot, Quizizz and Google forms on the Student's Perception in the Classrooms Response System. *International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT) Chiang Mai*, 2017, 178–182. doi: 10.1109/ICDAMT.2017.7904957.
- Claesson, S., Hallström, H., Kardemark, W., Risenfors, S. (2011). Ricoeurs kritiska hermeneutik vid empiriska studier. *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 16(1), 18–35.

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Milton Park, Abingdon, Oxon, [England]; New York: Routledge, cop. 2011.
- Daniels, H. (2008). *Vygotsky and research*. New York: Routledge.
- Deng, F., Chai, C. S., Tsai, C. C., & Lee, M. H. (2014). The relationships among Chinese practicing teachers' epistemic beliefs, pedagogical beliefs and their beliefs about the use of ICT. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(2), 245–256.
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., ... Sherin, B. L. (2010). Conducting Video Research in the Learning Sciences: Guidance on Selection, Analysis, Technology, and Ethics. *Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 3–53. doi.org/10.1080/10508400903452884.
- DeWalt, K.M. & DeWalt, B. R. (2011). *Participant observation – a guide for fieldworkers*. (2. ed.). Plymouth: AltaMira Press.
- DeWitt, J., Archer, L., & Osborne, J. (2014). Science-Related Aspirations across the Primary-Secondary Divide: Evidence from Two Surveys in England. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1609–1629. doi.org/10.1080/09500693.2013.871659.
- Dhahir, A., & Estrella, C. (2013). Satsningen på PIM (Praktisk IT- och mediekompetens) i förskolan – ett led i ett pedagogiskt ledarskap (Masteruppsats). Uppsala universitet: Institutionen för pedagogik, didaktik och utbildningsstudier. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:628874/FULLTEXT01.pdf>.
- Drayton, B., Falk, J. K., Stroud, R., Hobbs, K., & Hammerman, J. (2010). After installation: Ubiquitous computing and highschool science in three experienced, high-technology schools. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 9(3), 1–57.
- Dysthe, O. (2003). Sociokulturella teoriperspektiv på kunskap och lärande. I Dysthe, O. (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. (s. 31–74). Oslo: Studentlitteratur.
- e-estonia, Estlands arbete med sin digitalisering. Hämtad 2019-08-23 från <https://e-estonia.com/>.
- Emanuel, M. (2008). ABC 80 i pedagogikens tjänst: Exempel på tidig användning av microdatorer i den svenska skolan. Kungliga tekniska högskolan. Tillgänglig: https://www.academia.edu/880079/ABC_80_i_pedagogikens_tj%C3%A4nst_Exempel_p%C3%A5_tidig_anv%C3%A4ndning_av_mikrodatorer_i_den_svenska_skolan.
- Faber, J. M., Luyten, H., & Visscher, A. J. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized experiment. *Computers & Education*, 106, 83–96. doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.001.
- Fan, Y., & Woodrich, M. (2017). Google Docs as a Tool for Collaborative Writing in the Middle School Classroom. *Journal of Information Technology Education: Research*, 16, 391–410. DOI:10.28945/3870.
- Fies, C., & Marshall, J. (2006). Classroom Response Systems: A Review of the Literature. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (1), 101–109. doi.org/10.1007/s10956-006-0360-1.

- Fleischer, H. (2012). What is our current understanding of one-to-one computer projects: A systematic narrative research review. *Educational Research Review*, 7(2), 107–122. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2011.11.004>.
- Fleischer, H (2013) *En elev – en dator: Kunskapsbildningens kvalitet och villkor i den datoriserade skolan*. (Doktorsavhandling.) Högskolan i Jönköping: Högskolan för lärande och kommunikation, HLK, Skolnära forskning. Hämtad från <http://hj.diva-portal.org/smash/get/diva2:663330/FULLTEXT01.pdf>.
- Flipped Learning Network. (12 mars 2014) Definition of Flipped Learning. Hämtad från <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>.
- Florin, C. (2010). Från folkskola till grundskola 1842-1962. Hämtad 2018-12-28 på webbplatsen Lärarnas historia: http://www.lararnashistoria.se/sites/www.lararnashistoria.se/files/artiklar/Fr%C3%A5n%20folkskola%20till%20grundskola_0.pdf.
- Forsell, K. S. (2012). When Knowing Leads to NOT Doing: Reasoning as evidence of TPACK. I P. Resta (Red.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2012* (2793–2798). Austin, Texas, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Frändberg, B., & Hagman, M. (2017). Med fokus på naturorienterande ämnen: En analys av samstämmighet mellan svenska styrdokument i NO och de internationella studierna TIMSS 2015 och PISA 2015. Stockholm: Skolverket. Hämtad från https://www.skolverket.se/sitevision/proxy/publikationer/svid12_5dfee44715d35a5cdfa2899/55935574/wtpub/ws/skolbok/wpubext/trycksak/Blob/pdf3781.pdf?k=3781.
- Furberg, A. (2016). Teacher support in computer-supported lab work: bridging the gap between lab experiments and students' conceptual understanding. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 11(1) 89–113. doi.org/10.1007/s11412-016-9229-3.
- Foulger, T.S. (2015). Graphic Assessment of TPACK Instrument (GATI) As a Professional Development Tool. I D. Rutledge & D. Slykhuis (Red.), *Proceedings of SITE 2015 – Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (3157–3168). Las Vegas, NV, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Gadamer H-G. (2015). *Sanning och metod, i urval*. Göteborg: Daidalos.
- Geelan, D., Mahaffy, P., & Mukherjee, M. (2014). Scientific Visualisations. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 60(1), 30–38. doi.org/10.14221/ajte.2014v39n2.4.
- Genlott, A. A., & Grönlund, Å. (2016). Closing the gaps – Improving literacy and mathematics by ict-enhanced collaboration. *Computers & Education*, 99, 68–80. doi.org/10.1016/j.compedu.2016.04.004.

- Gregersen, P. (2016). Quizzer, undervisningsdifferentiering og Flipped Classroom. Schunk, A. (Red.). *Flipp din undervisning: En antologi om Flipped Classroom og Flipped Learning*. Turbine Akademisk.
- Gregoric, B., Etkina, E., Planinsic, G. (2017a). A New Way of Using the Interactive Whiteboard in a High School Physics Classroom: A Case Study. *Research in Science Education* 48(2), 465–489. DOI 10.1007/s11165-016-9576-0.
- Gregoric, B., Bodin, M., (2017b). Algodoo: A Tool for Encouraging Creativity in Physics Teaching and Learning. *The Physics Teacher*, 55(1), 25-28. doi:10.1119/1.4972493.
- Grönlund, Å. (2014). *Att förändra skolan med Teknik: Bortom "en dator per elev"*. Örebro universitet. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:706366/FULLTEXT01.pdf>%20.
- Grönlund, Å. (2014). Unos uno årsrapport 2013. Örebro universitet. Hämtad från http://skl.se/download/18.492990951464200d7148530b/1402989559322/Unos_uno_arsrapport_2013_SKL.pdf.
- Goldman, R., Pea, R., Barron, B., & Sharron, D. (2007). *Video Research in the Learning Sciences*. New York: Routledge.
- GOV.UK Department for Education. (2013). *National curriculum in England: computing programmes of study*. Hämtad från <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>.
- Gyllenpalm, J., Wickman, P. O., & Holmgren, S. O. (2010). Teachers' language on scientific inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education*, 32(9), 1151-1172. doi.org/10.1080/09500690902977457.
- Hamilton, E., Rosenberg, J., & Akcaoglu, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: a Critical Review and Suggestions for its Use. *Tech Trends*, 60(5), 433–441. doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y.
- Harris, J.B., Phillips, M., Koehler, M.J., & Rosenberg, J.M. (2017). TPCK/TPACK research and development: past, present, and future directions. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3). doi.org/10.14742/ajet.3907.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge, 2009.
- Hansson, K. (2014). *Skola och medier: Aktiviteter och styrning i en kommuns utvecklingssträvanden*. (Doktorsavhandling. Umeå universitet: Institutionen för estetiska ämnen). Hämtad från <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:764366/FULLTEXT01.pdf>.
- Heggart, K. R., & Yoo, J. (2018). Getting the Most from Google Classroom: A Pedagogical Framework for Tertiary Educators. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(3). DOI 10.14221/ajte.2018v43n3.9.
- Hermerén, G. (2017). *God forsknings sed*. Stockholm: Vetenskapsrådet, 2011.

- Holmberg, J. (2019). *Designing for added pedagogical value: a design-based research study of teachers' educational design with ICT*. (Doktorsavhandling, Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University). Hämtad från <http://hig.diva-portal.org/smash/get/diva2:1278621/FULLTEXT01.pdf>.
- Hsu, Y.-S., Yeh, Y.-F., Wu H.-K. (2015). The TPACK-P Framework for Science Teachers in a Practical Teaching Context. Ying-Shao Hsu (Red), *Development of Science Teachers' TPACK*. (17–32) Singapore: Springer Science+Business Media. DOI 10.1007/978-981-287-441-2_2.
- Hunsu, N.J., Adesope, O., Bayly, D.J. (2016). A meta-analysis of the effects of audience response systems (clicker-based technologies) on cognition and affect. *Computers and Education*, 94, 102–119.
- Hylén, J. (2010). *Digitaliseringen av skolan*. Lund: Studentlitteratur.
- Högström, P. (2009). *Laborativt arbete i grundskolans senare år : lärares mål och hur de implementeras*. (Doktorsavhandling, Institutionen för matematik, teknik och naturvetenskap, Umeå universitet, Umeå). Hämtad från <http://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A209219&dsid=1567260184322>.
- Islam, M. S. & Grönlund, Å. (2016). An international literature review of 1:1 computing in schools. *Journal of educational change*, 17(2), 191–222. DOI: 10.1007/s10833-016-9271-y.
- Jakobsson, A. (2012). Sociokulturella perspektiv på lärande och utveckling. Lärande som begreppsmässig precisering och koordinering. *Pedagogisk forskning i Sverige*, 17(3–4).
- Jen, T-H., Yeh, Y-F., Hsu, Y-S., Wu, H-K., & Chen, K-M. (2015). Science teachers' TPACK-Practical: Standard-setting using an evidence-based approach. *Computers & Education*, 95(2016), 45–62. doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.009.
- Jedekog, G. (2005). Ch@nging School – Implementation of ICT in Swedish School, Campaigns and Experiences 1984–2004. Uppsala: Uppsala Universitetstryckeri.
- Jenkins, E. W. (2006). The Pupil Voice and School Science Education, *Studies in Science Education*, 42(1), 49–88. DOI: 10.1080/09500690010006518.
- Jidesjö, A., Oscarsson, M., Karlsson, K-G., Strömdahl, H. (2009). Science for all or science for some: What Swedish students want to learn about in secondary science and technology and their opinions on science lessons. *Nordina*, 5(2), 213–229. doi.org/10.5617/nordina.352.
- Johnson-Glenberg MC (2018). Immersive VR and Education: Embodied Design Principles That Include Gesture and Hand Controls. *Front. Robot. AI* 5(81). doi:10.3389/frobt.2018.00081.
- Kalelioglu, F. (2017). Using Facebook as a Learning Management System: Experiences of Pre-Service Teachers. *Informatics in Education*, 16(1), 83–101. DOI: 10.15388/infedu.2017.05.

- Kongsgården, P., & Krumsvik, R.-J. (2016). Use of tablets in primary and secondary school – a case study. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 10, 248-270. DOI: 10.18261/issn.1891-943x-2016-04-03.
- Kjällander, S. (2011). *Designs for Learning in an Extended Digital Environment: Case Studies of Social Interaction in the Social Science Classroom*. (Doktorsavhandling, Institutionen för pedagogik och didaktik, Stockholms Universitet, Stockholm). Hämtad från <http://su.diva-portal.org/smash/get/diva2:402495/FULLTEXT01>.
- Krauskopf, K., Foulger, T. S., & Williams, M. K. (2018). Prompting Teachers' Reflection of Their Professional Knowledge. A Proof-of-Concept Study of the Graphic Assessment of TPACK Instrument. *Teacher Development*, 22(2), 153–174. DOI: 10.1080/13664530.2017.1367717.
- Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multi-tasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135–142. doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001.
- Kristensson Uggla, B. (2004). Tolkningens metamorfoser i hermeneutikens tidsålder. I Staffan Selander & Per-Johan Ödman (Red.). *Text och existens – Hermeneutik möter samhällsvetenskap* (23–42). Göteborg: Daidalos.
- Kunskapsdepartementet, 2017. Framtid, fornyelse og digitalisering, Digitaliseringsstrategi for grunnopplæringen 2017–2021. Hämtad från https://www.regjeringen.no/contentassets/dc02a65c18a7464db394766247e5f5fc/kd_framtid_fornyelse_digitalisering_nettpdf.
- Kvale, S. & Brinkman, S. (2009). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Lantz-Andersson, A., Peterson, L., Hillman, T., Lundin, M., & Bergviken Rensfeldt, A. (2017). Sharing repertoires in a teacher professional Facebook group. *Learning, Culture and Social Interaction*, 15(2017), 44–55. DOI: 10.1016/j.lcsi.2017.07.001.
- Leden, L. (2017). *Black & white or shades of grey – Teachers' perspectives on the role of nature of science in compulsory school science teaching*. (Doktorsavhandling, Faculty of Education and Society, Malmö University, Malmö. Hämtad från http://muep.mau.se/bitstream/handle/2043/22322/2043_22322_Leden_MUEP3.pdf?sequence=4&isAllowed=y.
- Lei, J. & Zhao, Y. (2008). One-to-one computing: What does it bring to schools? *Journal of Educational Computing Research*, 39(2), 97–122. DOI: 10.2190/EC.39.2.a.
- Lemke, C., & Martin, C. (2003). One-to-one computing in Maine: A state profile. Culver-City, CA: Metiri Group.
- Lemke, C., & Martin, C. (2004). One-to-one computing in Virginia: A state profile. National Science, Foundation Policy Study, Metiri Group and SRI.
- Foundation Policy Study, Metiri Group and SRI.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik?: en longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. (Doktorsavhandling Göteborg : Acta Universitatis Gothoburgensis). Hämtad från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:296000/FULLTEXT01.pdf>.

- Lunde, T. (2014). *När läroplan och tradition möts: om lärarfortbildning och undersökande aktiviteter syfte inom den laborativa NO-undervisningen i grundskolans senare del.* (Licentiatavhandling, Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap, Kemi, Karlstads universitet, Karlstad). Hämtad från <http://kau.diva-portal.org/smash/get/diva2:735895/FULLTEXT01.pdf>.
- Manago, A. M., Taylor, T., & Greenfield, P. M. (2012). 'Me and my 400 friends: The anatomy of college students' Facebook networks, their communication patterns, and well-being.' *Developmental Psychology*, 48(2), 369–380. DOI: 10.1037/a0026338.
- MacKinnon, G. (2015). Determining useful tools for the flipped science education classroom. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 15(1), 44–55.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.12.007.
- Melander, H. (2013). Att lära av varandra. Om social mediering i en elevgrupp. *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 18(1–2), 1401–6788.
- Ministry of education and research, (2014). The Estonian Lifelong Learning Strategy. Hämtad från <http://uil.unesco.org/i/doc/lifelong-learning/policies/estonia-lifelong-learning-strategy-2020.pdf>.
- Ministry of education and research, (2018). Schools will get new digital learning materials [Blogginlägg]. Hämtad 2018-11-13 från <https://www.hm.ee/en/news/schools-will-get-new-digital-learning-materials>.
- Ministry of education and research, (2018). 3.4 million euros will be allocated to speed the innovation in education. [Blogginlägg]. Hämtad 2018-11-13 från <https://www.hm.ee/en/news/34-million-euros-will-be-allocated-speed-innovation-education>.
- Nilsen, M. (2018). *Barns och lärares aktiviteter med datorplattor och appar i förskolan.* (Doktorsavhandling, Göteborgs universitet: Institutionen för pedagogik, kommunikation och lärande). Hämtad från https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/57483/1/gupea_2077_57483_1.pdf.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding –The complex nature of PCK in pre-service teacher education. *International Journal of Science Education*, 30(10). 1281–1299.
- Nilsson, Pernilla, Van Driel, Jan (2011). How will we understand what we teach?: Primary student teachers' perceptions of their development of knowledge and attitudes towards physics. *Research in science education*, 41 (4), 541–560.
- Nilsson, P. (2012). *Att se helheter i undervisningen – Naturvetenskapligt perspektiv*, Stockholm: Skolverket Fritzes.
- Nilsson, Pernilla (2014). When Teaching Makes a Difference: Developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study, *International Journal of Science Education*, 36 (11), 1794–1814.

- Nilsson, P. & Vikström, A. (2015). Making PCK explicit – Capturing science teachers' changing Pedagogical Content Knowledge (PCK) in the science classroom, *International Journal of Science Education*, 37(17), 2836–2857. DOI: 10.1080/09500693.2015.1106614.
- Näringsdepartementet. (2017). *För ett hållbart digitaliserat Sverige – en digitaliseringsstrategi*. Hämtad 2017-12-02 från http://www.regeringen.se/49adea/contentassets/5429e024be6847fc907b786ab954228f/digitaliseringsstrategin_slutlig_170518-2.pdf.
- OECD. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing, Paris. Hämtad från <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>.
- Olofsson, A. D., Lindberg, J. O., Fransson, G., Hauge, T E. (2015). Uptake and use of digital technologies in primary and secondary schools: a thematic review of research. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 10 (8), 103–121.
- Orlikowski, W. (1992). The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations. *Organization Science*, 3(3), 398–427.
- Orlikowski, W. (2000). Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations. *Organization Science*, 11(4), 404–428. doi.org/10.1287/orsc.11.4.404.14600.
- Ormanci, U., Cepni, S., Deveci, I., & Aydin, O. (2015). A Thematic Review of Interactive Whiteboard Use in Science Education: Rationales, Purposes, Methods and General Knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 532–54. doi.org/10.1007/s10956-014-9543-3.
- Ott, T. (2017). *Mobile phones in school: from disturbing objects to infrastructure for learning*. (Doktorsavhandling, Department of Applied Information Technology, University of Gothenburg). https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/53361/1/gupea_2077_53361_1.pdf.
- Ottander, C., & Ekborg, M. (2012). Students experience of working with Socio Scientific Issues – a quantitative study in secondary school. *Research in Science Education*, 42(6), 1147–1163. DOI:10.1007/s11165-011-9238-1.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. doi.org/10.1080/0950069032000032199.
- Papert, S. (1976). *Some Poetic and Social Criteria for Education Design*. Hämtad från <http://www.papert.org/articles/SomePoeticAndSocialCriteriaForEducationDesign.html>.
- Papert, S. & Dannewitz Linder, M. (1984 orig 1980). *Tankestormar: alternativ pedagogik med datorns hjälp* (Mindstorms: children, computers and powerful ideas). Stockholm: Forum.
- Parr, G., Bellis, N. & Bulfin, S. (2013). Teaching English Teachers for the Future: Speaking Back to TPACK. *English in Australia*, 48 (1), 9–22.

- Patel, R. Tebelius, U. (Red), (1987). *Grundbok för forskningsmetodik – Kvalitativ och kvantitativ*. Lund: Studentlitteratur.
- Patel, R., & Davidsson, B. (2003). *Forskningsmetodikens grunder – Att planera genomföra och rapportera en undersökning* (3:e upplagan). Lund: Studentlitteratur.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, Calif. ; London : Sage, 1990.
- Pedersen, J (1998). Informationstekniken i skolan: En forskningsöversikt. Stockholm: Statens skolverk, Liber distribution.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797.
doi.org/ludwig.lub.lu.se/10.1037/edu0000241.
- Pennegård, E. (2019). Att se undervisningen genom elevernas ögon. En studie om hur lärare och elever beskriver att lärares undervisning gynnar elevers lärande i naturvetenskapliga ämnen på högstadiet. (Licentiatavhandling, Institutionen för utbildningsvetenskap, Lunds universitet).
- Rautalinko, E. (2013). *Samtalsfärdigheter – stöd, vägledning och ledarskap*. Stockholm: Liber AB.
- Roberts, D. A. (2011) Competing visions of scientific literacy. I Linder, C., Östman, L., Roberts, D.A., Wickman, P-O., Ericksen, G., & MacKinnon, A. (Red.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (11–27). London: Routledge.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). *Scientific literacy, science literacy, and science education*. I Lederman, N. G., & Abell, S. K., (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 545–558). New York: Routledge.
- Rodríguez Moreno, J, Miriam Montoro, A., & Ortiz Colón, A-M. (2019). Changes in Teacher Training within the TPACK Model Framework: A Systematic Review. *Sustainability*, 11(7), 1870. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.3390/su11071870>.
- Román-Ibáñez, V., Pujol-López, F., Mora-Mora, H., Pertegal-Felices, M., & Jimeno-Morenilla, A. (2018). A Low-Cost Immersive Virtual Reality System for Teaching Robotic Manipulators Programming. *Sustainability*, 10(4), 1102. Hämtad från <http://dx.doi.org/10.3390/su10041102>.
- Rosenberg, J.M. & Koehler, M.J. (2015). Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review, *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186–210. DOI: 10.1080/15391523.2015.1052663.
- Rostvall, A-L. & Selander, S. (Red). (2010). *Design för lärande*. Stockholm: Norstedts.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153.
doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017.

- Rudsberg, K. (2014). Elevers lärande i argumentativa diskussioner om hållbar utveckling. (Doktorsavhandling, Uppsala universitet, Uppsala). Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A695302&dsid=-3811>.
- Sammel, A., Townend, G., & Kanasa, H. (2018). Hidden Expectations behind the Promise of the Flipped Classroom. *College Teaching*, 66(2), 49–59. doi.org/10.1080/87567555.2016.1189392.
- Sarabando, C., Cravino, J. P., & Soares, A. A. (2014). Contribution of a Computer Simulation to Students' Learning of the Physics Concepts of Weight and Mass. *Procedia Technology*, 13, 112–121. doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.015.
- Scherer, R., & Hatlevik, O. E. (2017). "Sore eyes and distracted" or "excited and confident"? – The role of perceived negative consequences of using ICT for perceived usefulness and self-efficacy. *Computers & Education*, 115, 188–200. doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.003.
- Scherer, R., Tondeur, J., Siddiq, F., & Baran, E. (2018). The importance of attitudes toward technology for pre-service teachers' technological, pedagogical, and content knowledge: Comparing structural equation modeling approaches. *Computers in Human Behavior*, 80, 67–80. doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.003.
- Savec, V. F., (2017). The opportunities and challenges for ICT in science education. *LUMAT*, 5(1), 12–22. doi.org/10.31129/LUMAT.5.1.256.
- Schreiner, C. & Sjöberg, S. (2007). Science education and youth's identity construction – two incompatible projects? I Corrigan, Dillon, J. & Gunstone, R. (Red.), *The Re-emergence of Values in the Science Curriculum* (s. 231–248). Rotterdam: Sense Publishers.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. doi.org/10.3102/0013189X015002004.
- Sjöberg, S. (2010). Naturvetenskap som allmänbildning: en kritisk ämnesdidaktik. Lund: Studentlitteratur.
- Silverman, D. (1985). *Qualitative methodology and sociology*, Aldershot: Gower Publishing Company.
- Sjödén, B. (2015). What makes good educational software? (Doktorsavhandling, Department of Philosophy, Lund University).
- Slay, H., Siebörger, I., & Hodgkinson-Williams, C. (2008). Interactive whiteboards: real beauty or just "lipstick"? *Computers & Education*, 51(3), 1321–1341. Hämtad från doi:10.1016/j.compedu.2007.12.006.
- da Silvaa, S-L., Guaitolini Juniora, J-T. Rodrigo, L. da Silvab; Emilson. R. Vianac and Fábio F. Leald (2014). *An alternative for teaching and learning the simple diffusion process using Algodoo animations*. Hämtad från <https://arxiv.org/pdf/1412.6666.pdf>.
- Skolverket. (2016). *IT-användning och IT-kompetens i skolan Skolverkets IT-uppföljning 2015*. Hämtad från <https://www.skolverket.se/sitevision/proxy/om-oss/publikationer-och-nyhetsbrev/sok->

- publikation-
er/svid12_5dfce44715d35a5cdfa2899/55935574/wtpub/ws/skolbok/wpubext/tr
ycksak/Blob/pdf3667.pdf?k=3667.
- Skolverket. (2017). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*, (reviderad 2017). Hämtad från https://www.skolverket.se/om-skolverket/publikationer/visenskild-publikation?_url_=http%3A%2F%2Fwww5.skolverket.se%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2FBlob%2Fpdf3813.pdf%3Fk%3D3813.
- Skolverket. (2019). *Digital kompetens i förskola, skola och vuxenutbildning. Skolverkets uppföljning av den nationella digitaliseringsstrategin för skolväsendet 2018*. Rapportnummer: 476. Hämtad från https://www.skolverket.se/sitevision/proxy/publikationer/svid12_5dfce44715d35a5cdfa2899/55935574/wtpub/ws/skolbok/wpubext/trycksak/Blob/pdf4041.pdf?k=4041.
- Spante, M., & Sofkova, S. H. (2016). *Kollaborativ undervisning i digital skolmiljö*. Malmö: Gleerups Utbildning AB.
- Spiteri, M. & Chang Rundgren, S-H. (2017). Maltese primary teachers' digital competence: implications for continuing professional development. *European Journal of Teacher Education*, 40(4), 521–534. DOI:10.1080/02619768.2017.1342242.
- Spiteri, M. & Chang Rundgren, (2018). Literature Review on the Factors Affecting Primary Teachers' Use of Digital Technology. *Technology, Knowledge and Learning*. doi.org/10.1007/s10758-018-9376-x.
- Somyürek, S., Atasoy, B., & Özdemir, S. (2009). Board's IQ: what makes a board smart? *Computers & Education*, 53(2), 368–374. doi:10.1016/j.compedu.2009.02.012.
- Betänkande av IT-kommissionen, (1995). *Informationsteknologin: Vingar åt människans förmåga*. (SOU 1994:118). Hämtad från [http://www.itkommissionen.se/dynamaster/file_archive/020124/39d2d69a7f6f35b7ec7cad5a63208c58/Rapport%20Vingar%20%e5t%20m%e4nniskans%20%ef6rm%e5ga%20\(1995\).pdf](http://www.itkommissionen.se/dynamaster/file_archive/020124/39d2d69a7f6f35b7ec7cad5a63208c58/Rapport%20Vingar%20%e5t%20m%e4nniskans%20%ef6rm%e5ga%20(1995).pdf).
- Stromme, T. A. A., & Furberg, A. (2015). Exploring Teacher Intervention in the Intersection of Digital Resources, Peer Collaboration, and Instructional Design. *Science Education*, 99(5), 837–862. doi.org/10.1002/sce.21181.
- Sumak, B., Pusnik, M., Hericko, M., & Sorgo, A. (2017). Differences between prospective, existing, and former users of interactive whiteboards on external factors affecting their adoption, usage and abandonment. *Computers in Human Behavior*, 72, 733–756. doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.006.

- Sweeney, T. (2013). Understanding the Use of Interactive Whiteboards in Primary Science. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(2), 217–232. doi.org/10.14742/ajet.26.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken*. Stockholm: Prisma.
- Säljö, R. (2011). Kontext och mänskliga samspel: Ett sociokulturellt perspektiv på lärande. *Utbildning och demokrati*, 20(3), 67–82.
- Säljö, R. (2013). *Lärande och kulturella redskap: om läroprocesser och det kollektiva minnet* (3. uppl. ed.). Lund: Studentlitteratur.
- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Liu, T.-C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275. doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008.
- Tallvid, M. (2015). *1:1 i klassrummet – analyser av en pedagogisk praktik i förändring*. (Doktorsavhandling, Göteborgs universitet: Institutionen för tillämpad IT). Hämtad från https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/37829/1/gupea_2077_37829_1.pdf.
- Tanak, A. (2018). Designing TPACK-based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.012.
- Tondeur, J., Braak, J., Ertmer, P., Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555–575. DOI 10.1007/s11423-016-9481-2.
- Tondeur J., Forkosh-Baruch A., Prestridge S., Albion P., Edirisinghe S. (2016). Responding to Challenges in Teacher Professional Development for ICT Integration in Education. *Educational Technology & Society*. 19(3), 110–120.
- Tebelius, U., Aderklou, C., & Fritzdorf, L. (2003). *ITiS som incitament till skolutveckling: den nationella utvärderingen av IT i skolan: surveystudien, 2000–2003*. Halmstad: Högskolan i Halmstad. Hämtad från: https://www.researchgate.net/publication/279369791_ITiS_som_incitament_till_skolutveckling_den_nationella_utvarderingen_av_IT_i_skolan_surveystudien_2000-2003.
- Thompson, A. D., & Mishra, P. (2007). Breaking News: TPCCK Becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(2), 38–64. <https://doi.org/10.1080/10402454.2007.10784583>.
- Thorvaldsen, S., Vavik, L., & Salomon, G. (2012). The Use of ICT Tools in Mathematics: A Case-control Study of Best Practice in 9th Grade Classrooms. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56 (2), 213–228. doi.org/10.1080/00313831.2011.581684.
- Tracy, S. J. (2010). Qualitative Quality: Eight "Big-Tent" Criteria for Excellent Qualitative Research. *Qualitative Inquiry*, 16(10), 837–851. DOI: 10.1177/1077800410383121.

- Utbildningsdepartementet, (2015). *Uppdrag att föreslå nationella it-strategier för skolväsendet*. (U2015/04666/S). Hämtad från http://www.skolverket.se/polopoly_fs/1.240546!/Menu/article/attachment/U2015-04666-S_Nationella_it-strategier.pdf.
- Utbildningsdepartementet, (2017). *Nationell digitaliseringsstrategi för skolväsendet, Bilaga till regeringsbeslut I:1*, 2017-10-19. Diarienummer: U2017/04119/S. Hämtad från <http://www.regeringen.se/4a9d9a/contentassets/00b3d9118b0144f6bb95302f3e08d11c/nationell-digitaliseringsstrategi-for-skolvasendet.pdf>.
- Utbildningsstyrelsen, (2016). *Centrala delar i läroplanen*. Hämtad från https://www.o-ph.fi/utbildning_och_examen/grundläggande_utbildning/laroplanen_och_timfordelningen/aktuellt_inom_den_grundläggande_utbildningen.
- Utbildningsstyrelsen, (2018). *Gemensamma riktlinjer planeras för digitaliseringen inom den grundläggande utbildningen*. Hämtad från https://www.o-ph.fi/aktuellt/webbnyheter/101/0/gemensamma_riktlinjer_planeras_for_digitaliseringen_inom_den_grundläggande_utbildningen.
- Variar, D., Dumke, E., Abrams, L., Conklin, S., Barnes, J., & Hoover, N. (2017). Potential of one-to-one technologies in the classroom: teachers and students weigh in. *Educational Technology Research & Development*, 65(4), 967–992. doi.org/10.1007/s11423-017-9509-2.
- Ward, N. D., Finley, R. J., Keil, R. G., & Clay, T. G. (2013). Benefits and Limitations of iPads in the High School Science Classroom and a Trophic Cascade Lesson Plan. *Journal of Geoscience Education*, 61(4), 378–384. DOI: 10.5408/13-008.1.
- Warwick, P., Hennessy, S., & Mercer, N. (2011). Promoting Teacher and School Development through Co-Enquiry: Developing Interactive Whiteboard Use in a "Dialogic Classroom." *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 17(3), 303–324. doi.org/10.1080/13540602.2011.554704.
- Watts, P. & Ebbutt, D. (1987). More Than the Sum of the Parts: Research Methods in Group Interviewing. *British Educational Research Journal*, 13(1), 25–34. doi.org/10.1080/0141192870130103.
- Wen, M. L., & Tsai, C.-C. (2008). Online Peer Assessment in an Inservice Science and Mathematics Teacher Education Course. *Teaching in Higher Education*, 13(1), 55–67. doi.org/10.1080/13562510701794050.
- Willermark, S. (2018). *Digital Didaktisk Design – Att utveckla undervisningspraktiken i och för en digitaliserad skola*. (Doktorsavhandling, Högskolan Väst: Avdelningen för medier och design). Tillgänglig från <http://hv.diva-portal.org/smash/get/diva2:1174749/FULLTEXT01.pdf>.
- Willermark, S. (2016). Technological Pedagogical and Content Knowledge: A Review of Empirical Studies Published From 2011 to 2016. *Journal of Educational Computing Research*, 56(3), 315-343. DOI: 10.1177/0735633117713114.

- Wong, S. L., & Hodson, D. (2009). From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. *Science Education*, 93(1), 109–130. doi.org/10.1002/sce.20290.
- Wu, Y.-T. (2013). Research trends in technological pedagogical content knowledge (TPACK) research: A review of empirical studies published in selected journals from 2002 to 2011. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E73–E76. doi:10.1111/j.1467-8535.2012.01349.x.
- Vygotskij, L. S. (2001). *Tänkande och språk*. Göteborg: Daidalos.
- Yeh, Y.-F., Hsu, Y.-S., Wu, H.-K., Hwang, F.-K., & Lin, T.-C. (2013). Developing and validating technological pedagogical content knowledge-practical (TPACK-practical) through the Delphi survey technique. *British Journal of Educational Technology*, 45(4), 707-722. doi.org/10.1111/bjet.12078.
- Yeh, Y.-F., Lin, T.-C., Hsu, Y.-S., Wu, H.-K., & Hwang, F.-K. (2015). Science Teachers' Proficiency Levels and Patterns of TPACK in a Practical Context. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 78-90. doi.org/10.1007/s10956-014-9523-7.
- Yin, Robert.K. (2003). *Case Study Research. Designs and Methods*. (3. ed). London: Sage.
- Zimmermann, J. (2015). *Hermeneutics: a very short introduction*. Oxford University Press.
- Ödman, P. J. (2007). *Tolkning, förståelse, vetande : Hermeneutik i teori och praktik*. Nordstedts Akademiska Förlag.

9 BILAGOR

Forskningsprojekt:

Lärarens kompetenser

- i en digitaliserad skola



Under 2016 kommer några lärare som undervisar på högstadiet i Naturorienterande ämne i Helsingborgs stads skolor att delta i ett forskningsprojekt. Denna forskning är en del av forskarskolan "Communicate Science in School". Forskarskolan är ett samarbete mellan Högskolor, Universitet och Kommunförbundet Skåne. Ansvarig för denna forskning är jag som heter Karin Ollinen. Förutom denna forskartjänst så arbetar jag på utvecklingsavdelningen på Skol- och fritidsförvaltningen i Helsingborg. Från början är jag lärare. Min forskning påbörjade jag 2015 och planerar att vara klar 2018.

I denna forskning deltar fyra lärare från två olika skolor. Jag ska följa ett arbetsområde per klass under delar av vt-16. Förutom deltagande i planeringsarbetet tillsammans med lärarna så kommer också vissa lektioner att videofilmas av mig. Fokus kommer att vara på lärarnas roll i klassrummet, men elever kommer också att finnas med på filmerna. Du är vårdnadshavare för en elev som går i en av klasserna som har lärare som är med i forskningsstudien. Det innebär att de indirekt blir en del av min forskning. Det filmade materialet kommer att analyseras utifrån perspektivet hur lärande organiseras. Under det valda arbetsområdet kommer jag också att titta på hur GAfE används. Det innebär att jag är inne i elevernas Google Classroom, men också tittar på material som ni elever producerar där. Jag gör inga bedömningar av elevernas prestationer utan tittar på lektionsupplägget i sin helhet.

För att kunna genomföra studien som forskare behöver jag ditt samtycke som vårdnadshavare (gäller elever som är under 15 år). Därför vill jag i detta brev informera om projektet och kort om hur studien kommer att genomföras. Alla som är med i studien är garanterade anonymitet. Namn på elever och lärare som deltar samt skolans namn kommer inte att finnas med i något sammanhang. Det insamlade materialet kommer att förvaras skyddat från utomstående. Det kommer endast att användas inom forskningen.

Önskas mer information om studien, kontakta mig Karin Ollinen

0732- 315472 eller karin.ollinen@uvet.lu.se

-
- Jag har fått information om projektet Lärares kompetenser... och samtycker till att eleven får vara med vid filmning vid ett par klassrumstillfällen.
- Jag har fått information om projektet "Lärares kompetenser i en digitaliserad skola" och vill **inte** att eleven ska vara med vid någon filmning.

.....
Namn på eleven

.....
Klass

.....
Datum

.....
Namn och underskrift av vårdnadshavaren

.....
Skolans namn

Forskningsprojekt:

Lärarens kompetenser

- i en digitaliserad skola



Under 2016 kommer några lärare som undervisar på högstadiet i Naturorienterande ämne i Helsingborgs stads skolor att delta i ett forskningsprojekt. Denna forskning är en del av forskarskolan "Communicate Science in School". Forskarskolan är ett samarbete mellan Högskolor, Universitet och Kommunförbundet Skåne. Ansvarig för denna forskning är jag som heter Karin Ollinen. Förutom denna forskartjänst så arbetar jag på utvecklingsavdelningen på Skol- och fritidsförvaltningen i Helsingborg. Från början är jag lärare och har undervisat främst på mellanstadiet. Min forskning påbörjade jag 2015 och planerar att vara klar 2018.

I denna forskning deltar fyra lärare från två olika skolor. Jag ska följa ett arbetsområde per klass under delar av vt-16. Förutom deltagande i planeringsarbetet tillsammans med lärarna så kommer också vissa lektioner att videofilmas av mig. Fokus kommer att vara på lärarnas roll i klassrummet, men elever kommer också att finnas med på filmerna. Du går i en av klasserna som har lärare som är med i forskningsstudien. Det innebär att du indirekt blir en del av min forskning. Det filmade materialet kommer att analyseras utifrån perspektivet hur lärande organiseras. Under det valda arbetsområdet kommer jag också att titta på hur GAFE används. Det innebär att jag är inne i ert Google Classroom, men också tittar på material som ni elever producerar där. Jag gör inga bedömningar av era prestationer utan tittar på lektionsupplägget i sin helhet.

För att kunna genomföra studien som forskare behöver jag ditt samtycke (är du under 15 år behövs samtycke från din vårdnadshavare). Därför vill jag i detta brev informera dig om projektet och kort om hur studien kommer att genomföras. Allt deltagande är frivilligt och du kan när som helst, utan att tala om varför, välja att inte vara med. Alla som är med i studien är garanterade anonymitet. Namn på dig som deltar samt skolans namn kommer inte att finnas med i något sammanhang. Det insamlade materialet kommer att förvaras skyddat från utomstående. Det kommer endast att användas inom forskningen.

Önskas mer information om studien, kontakta mig Karin Ollinen
0732- 315472 eller karin.ollinen@uvtet.lu.se

-
- Jag har fått information om projektet Lärares kompetenser... och samtycker till att vara med vid filmning vid ett par klassrumstillfällen.
- Jag har fått information om projektet "Lärares kompetenser i en digitaliserad skola" och vill **inte** vara med vid någon filmning.

.....
Namn

.....
Klass

.....
Datum

.....
Skolans namn

Avslutande enskilda semistrukturerade intervjuer

Följande frågor fanns med vid de fyra intervjuerna. Förutom dessa fanns förberedda frågor till var och en av lärarna som byggde på observationer men även på tidigare intervjuer.

Förändringar sedan digitala verktyg blev en del av undervisningen?

1. Ser du något mervärde (möjligheter) i att använda digitala verktyg i din naturvetenskapliga undervisning på det sättet som du gör idag? I så fall vilka?
2. Kan tekniken vara ett hinder? I så fall när och hur?
3. Hur ser du på utvecklingen som hittills skett när det gäller hur du använder digitala verktyg, kontra hur du gjorde i början när dessa kom till i klassrummet? Beskriv resan hittills!
4. Vad ser du som nästa steg? Vad behöver du då för stöd?
5. Använder du andra didaktiska grepp när digitala verktyg infördes i skolan än du gjorde tidigare?

Det fysiska och de digitala ytorna

Du träffar dina elever i det fysiska klassrummet flera gånger i veckan. Parallellt med det så har ni digitala ytor där ni ses på olika sätt.

1. Vilka digitala platser (ytor) använder du med eleverna
2. Vilket är syftet med denna användning på dessa platser?
3. Hur samspelar de digitala med de fysiska?
4. Finns det utvecklingspotential i denna användning? i så fall på vilket sätt?
5. Vad behövs för att användningen ska bli mer optimal?

Områden som berördes vid de parvisa semistrukturerade intervjuer efter arbetsområdet

Hur många år har ni undervisat?

Exempel på saker som har förändrats sen ni började som lärare?

Reflektion och utvärdering av arbetsområdet

- Hur utvärderar ni?
- Vad utvärderar ni?
- Utvärdering tillsammans med eleverna?

Bedömning och återkoppling

- Vad bedömer ni?
- Hur vet eleverna mot vilka mål de arbetar?
- Typer av uppgifter som bedöms?
- Hjälper den digitala tekniken till på något sätt när bedömning görs?

Med TPACK i bakhuvudet

- Hur valde ni vilka digitala verktyg (teknik, resurser) som ni skulle använda under arbetsområdet?
- Hur gick ni tillväga när ni planerade upp arbetsområdet?
- Hur valde ni det pedagogiska upplägget när ni planerade arbetsområdet?
- Hur gjorde ni valen på vilket sätt tekniken skulle användas?
- Har ni några tankar i efterhand på att ni kanske skulle lagt upp arbetet på något annat sätt?
- Vad ser ni för möjligheter med Classroom? Varför använder ni det och till vad?
- Hur och på vilket sätt tänker ni på elevernas upplevelse av Classroom på det sättet som ni använder det?
- Saknar ni tillgång till något verktyg som ni skulle vilja ha haft tillgång till under arbetsområdet?

LUND STUDIES IN EDUCATIONAL SCIENCES

Previously Published in the Series:

7. Teke, Hans 2019. *Increasing Ethical Awareness – The Enhancement of Long-Term Effects of Ethics Teaching: A Quantitative Study.*
6. Karlsson, Ingemar 2019. *Elever i matematiksvårigheter – lärare och elever om låga prestationer i matematik.*
5. Lind, Johan 2019. *Elevers förståelse av tekniska system och designprocesser – Det är tekniskt, ganska svårt och avancerat.*
4. Abrahamsson, Cristian 2019. *Elevenngagemang ur ett NO-lärarperspektiv – Hur lärare uppfattar elevers engagemang och dess betydelse för lärarrollen och undervisningen.*
3. Bosseldal, Ingrid 2019. *Vart tog behaviorismen vägen? Social responsivitet mellan barn och vuxen, hund och människa.*
2. Pennegård, Eva 2019. *Att se undervisningen genom elevernas ögon – En studie om hur lärare och elever beskriver att lärares undervisning gynnar elevers lärande i naturvetenskapliga ämnen på högstadiet.*
1. Malmström, Martin 2017. *Synen på skrivande – Föreställningar om skrivande i mediedebatter och gymnasieskolans läroplaner.*