Barns teckningar som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet

Johanna Andersson

Studies in Science and Technology Education
No. 106

Barns teckningar som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet

Johanna Andersson

Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier
TekNaD, Teknik, naturvetenskap och didaktik
Utbildningsvetenskap
Linköpings universitet, SE-601 74 Norrköping
Norrköping 2019

Nationella forskarskolan i Naturvetenskapernas och Teknikens och matematikens didaktik, FontD, <http://www.isv.liu.se/fontd>, tillhör Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier (ISV) och Utbildningsvetenskap (UV) vid Linköpings universitet. FontD är ett nätverk av följande medverkande lärosäten: universiteten i Umeå, Karlstad, Örebro, Mittuniversitetet, Linköping (värd), Göteborg, Lund, Linnéuniversitetet, Malmö samt högskolorna i Gävle, Mälardalen, Halmstad och Kristianstad.

FontD publicerar skriftserien Studies in Science and Technology Education, ISSN 1652-5051

Barns teckningar som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet

© Johanna Andersson, 2019

ISSN 1652-5051

ISBN 978-91-7685-045-9

Distribuerad av:

Forskerskolan i Naturvetenskapernas och Teknikens Didaktik, FontD,
Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier

Linköpings universitet

601 74 Norrköping

Tryck: LiU-Tryck, Linköping, 2019

Barns teckningar som utgångspunkt i det naturvetenskapliga
samtalet

Johanna Andersson

Juni 2019
ISBN 978-91-7685-045-9
Studies in Science and Technology Education
No. 106
ISSN 1652-5051

Abstrakt

Barns föreställningar utgör en viktig del i deras begreppsbildning inom naturvetenskap vilket betonas inom konstruktivismen. I denna avhandling utgör en socialkonstruktivistisk syn på lärande det teoretiska ramverket. Det övergripande syftet med avhandlingen är att i samtal med barn i åldrarna 4–13 år och med utgångspunkt i deras teckningar, utveckla kunskap om de föreställningar de ger uttryck för inom fyra naturvetenskapliga områden: värme, blandning, människokroppen och vad som är levande/inte levande. Två forskningsfrågor behandlas i avhandlingen: Vilka föreställningar ger barn uttryck för i teckningar och i samtal om naturvetenskapliga fenomen? Vilka metodologiska förutsättningar och utmaningar finns det när det gäller att använda teckningar som utgångspunkt och som meningsskapande redskap för att fånga barns föreställningar? En multimodal metod bestående av teckningar, samtal och barnens aktivitet användes vid datainsamlingen, vilket är i linje med ett socialsemiotiskt perspektiv.

Avhandlingen består av fyra studier. Resultatet i de två första studierna visar att barns föreställningar om blandningar var något mer utvecklade än vad som visats i tidigare studier, medan deras föreställningar gällande värme överensstämde med vad som tidigare rapporterats. Den tredje studien visar att barnen känner till fler organ i människokroppen och visar, till skillnad från vad som framkommit i tidigare forskning, förmåga att rita kopplingar mellan organen. I den fjärde studien talar en majoritet av barnen om död som en motsats till liv och några ritade att det som inte lever tidigare har levt. Barn som är medvetna om mikroskopiska objekt klassificerar dem som levande. Förklaringarna visar på en inkonsekvens i barnens resonemang om växter lever eller inte. Metodologiskt framkom att barns föreställningar med fördel fångas genom deras egna teckningar tillsammans med deras förklaringar av dessa. Teckningarna fungerar även som hjälpmedel för att föra fram och delge olika resonemang. I avhandlingen diskuteras barns lösningar på rittekniska problem som de mötte vid sidan av den naturvetenskapliga uppgiften. I studien om människokroppen handlar dessa problem om svårigheten i att överföra den tredimensionella människokroppen till två dimensioner. En annan svårighet var att kroppens organ, skelett, muskler och vävnader ligger ovanpå varandra. Där använde barnen strategin att rita röntgenbilder för att visa det som ligger dolt. Barn i olika åldrar löste ofta dessa rittekniska problem på ett mycket kreativt sätt i kombination med deras muntliga/skriftliga kommentarer. Förutom teckningarnas betydelse diskuteras skillnaden mellan kontextualiserade och dekontextualiserade uppgifter. De olika områdena som studerats i avhandlingens artiklar befinner sig även på olika abstraktionsnivåer vilket påverkar barnens föreställningar och hur detta uttrycks i bilder. Naturvetenskap innefattar olika dimensioner där det handlar om att både lära sig strukturell och processuell kunskap. Den multimodala metoden gav barnen hjälp med att samla, strukturera och uttrycka sina tankar.

Förord

Då är det slutligen dags att formulera avhandlingens mest lästa del. En spännande och intensiv resa är på väg att ta slut. Även om ett avhandlingsarbete innebär mycket ensamarbete är det många som står bakom detta projekt.

Först och främst vill jag rikta ett stort tack till min huvudhandledare Lena Tibell. Du har under resans gång gett mig mycket inspiration och din klokhets och erfarenhet har bidragit med nya perspektiv och verktyg i mitt arbete. Det har alltid varit en stor glädje att mötas i handledning, som jag upplevt som givande och inspirerande. Att tillsammans med dig och Ragnhild Löfgren arbetade med artikel III, var mycket utvecklande och roligt!

Stort tack Jesper Haglund, min biträdande handledare, för allt stöd du gett genom att vara en outtömlig källa av väl vald litteratur. Din breda kunskap inom fältet samt knivskarpa återkopplingar på mina manus. Lena och Jesper, kombinationen av er två har varit den bästa!

Jag fick som nyantagen doktorand en flygande start i och med att jag blev tillfrågad att vara med i ett projekt tillsammans med Jesper Haglund och Fredrik Jeppsson. Att få arbeta tillsammans med er var otroligt lärorikt och kul!

Tack Daniel Orraryd, vi har verkligen gjort denna resa tillsammans. Ditt stöd, våra diskussioner och ditt aktiva lyssnande har betytt mycket för mig! En doktorandmiljö är en föränderlig miljö och i och med föräldraledighet i två omgångar går min doktorandtid att dela upp i två faser. Tack till Lars Björklund, Gustav Bohlin, Caroline Engskär, Marie Stadig Degerman, Gunnar Höst, Claes Klasander och Shu-Nu Chang Rundgren som välkomnade och stöttade mig i den inledande förvirringsfasen som doktorand.

På senare tid, tack till alla inom forskningsmiljön TekNad som under ledning av Jonas Hallström och Magnus Hultén arrangerar seminarier som bidragit till intressanta och lärorika diskussioner med kollegorna Ulrika Sultan, Jörgen Stenlund, Feyza Cilingir, Helene Berggren, Hawa Mnyasenga, Andreas Göransson, Lotta Nordlöf, Johan Svenningsson, Anna Otterborn, Johanna Frejd, Patrik Schooner, Andreas

Larsson och andra som bidrar i miljön, som Klas Johnsson, Ulrika Bodén, Magnus Jansson och Maria Simonsson, vår stöttande FUS.

Ett varmt tack till mina stödstrumpor: Cecilia Axell, Alma Jahic Petterson, Astrid Berg och Alma Memisevic för ert engagemang och support på olika sätt, luncher med intressanta diskussioner, råd, skratt och dråpliga historier.

Stort tack Tünde Puskás som huvudläsare på mitt 60%-seminarium och Karin Stolpe och Konrad Schönborn för era kommentarer som gav mig inspiration till hur jag kunde arbeta vidare. Stort tack Niklas Gericke för ditt engagemang och dina insiktsfulla kommentarer som huvudläsare på mitt 90%-seminarium. Tillsammans med Konrad Schönborn och Gunnar Jonsson gav ni mig ytterligare riktning, återkoppling och hjälp att nå slutmålet. Ett alldeles särskilt tack till Konrad Schönborn som med stor entusiasm och engagemang anordnat och hållit i många av kurserna under min doktorandutbildning. Tack, Anna Ericson du är länken och klippan i vår forskningsmiljö!

Mitt allra varmaste tack går till min härliga familj: Alice, Gustav, Klara, Jacob och Ellen och Anders för glädje och förståelse! Anders, mannen i mitt liv, tack för all din stöttning, alla samtal och din outtröttliga support, du är ovärderlig! Tack mamma och pappa för forskningsgenerna – ni är mina förebilder!

Linköping maj 2019
Johanna Andersson

Innehållsförteckning

Förord	v
Artiklar	ix
Författarens bidrag till artiklarna	x
Inledning.....	11
Studiernas sammanhang.....	12
Syfte och forskningsfrågor.....	13
Centrala begrepp	13
Naturvetenskaplig introduktion och barns föreställningar om de studerade områdena	15
Teoretiskt ramverk.....	21
Olika perspektiv på begreppsbildning inom naturvetenskap	22
Barns begreppsbildning.....	24
<i>Intuitiva föreställningar</i>	25
<i>Vardagliga föreställningar vs. vetenskapliga föreställningar</i> 25	
<i>Det konkreta vs det abstrakta</i>	26
<i>Analogier</i>	28
Begreppslig förändring.....	28
<i>Språkets betydelse för begreppsbildning</i>	30
Barns teckningar	30
<i>Historisk tillbakablick</i>	31
<i>Vad är en teckning?</i>	31
<i>Interna och externa representationer</i>	33
<i>Barns teckningar utifrån ett socialsemiotiskt perspektiv</i>	33
<i>Barns teckningar som redskap för att lära naturvetenskap</i> ..	34
Metodologiskt ramverk.....	37
Databeskrivning och analys.....	39
<i>Artikel I och Artikel II</i>	40
<i>Artikel III</i>	42
<i>Artikel IV</i>	43
Analys och kodning.....	44
<i>Kriterier för urval av typexempel till artiklarnas datamängd</i> 45	
Intervjuer och samtal med barn.....	45
<i>Olika typer av svar</i>	46
Forskningsetiska principer.....	47
Trovärdighet i kvalitativa studier.....	47
Sammanfattning av artiklarnas resultat.....	51
Artikel I: Young Children's Analogical Reasoning in Science Domains	51

Artikel II: Primary school children's ideas of mixing and of heat as expressed in a classroom setting.....	52
Artikel III: What's in the Body? Children's Annotated Drawings	53
Artikel IV: Exploring Children's Ideas of 'Living' and 'Non-living' through Drawing, Sorting Picture Cards and Dialogue.....	54
Diskussion.....	57
Resultatdiskussion	57
<i>Barns föreställningar om abstrakta och osynliga fenomen ...</i>	<i>58</i>
<i>Olika dimensioner av naturvetenskap</i>	<i>60</i>
<i>Bilder som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet.</i>	<i>61</i>
Metoddiskussion	62
<i>Kan en teckning ge full täckning?.....</i>	<i>62</i>
<i>Intervjuer som metod för att fånga barns föreställningar</i>	<i>65</i>
<i>Den multimodala ansatsen.....</i>	<i>66</i>
<i>Studiernas kontext.....</i>	<i>66</i>
Avhandlingens bidrag till forskningsfältet	68
Avhandlingens bidrag till skolan.....	68
Fortsatt forskning.....	70
English summary.....	73
Introduction	73
Theoretical framework.....	74
Method.....	75
<i>Participants and setting</i>	<i>76</i>
<i>Analysis</i>	<i>77</i>
Results and discussion.....	77
Referenser	81
Appendix	89
Appendix 1.	89
Appendix 2.....	92
Appendix 3.....	94
Appendix 4.....	95
Appendix 5.....	96
Appendix 6.....	97

Artiklar

- I. Haglund, J., Jeppsson, F., & Andersson, J. (2012). Young Children's Analogical Reasoning in Science Domains. *Science Education*, 96 (4), 725–756.
- II. Haglund, J., Jeppsson, F., & Andersson, J. (2014). Primary school children's ideas of mixing and of heat as expressed in classroom setting. *Journal of Baltic Science Education*, 13 (5), 726–739.
- III. Andersson, J., Löfgren, R., & Tibell, L (2019). What's in the Body? Children's Annotated Drawings. *Journal of Biological Education*. Publicerad online.
DOI:10.1080/00219266.2019.1569082
- IV. Andersson, J. (nd). Exploring Children's Ideas of 'Living' and 'Non-living' through Drawing, Sorting Picture Cards and Dialogue. (Inskickat manuskript).

Författarens bidrag till artiklarna

I detta avsnitt redogörs för mitt bidrag till avhandlingens ingående artiklar. Tre av de inkluderade artiklarna i avhandlingen är ett resultat av samarbete med andra forskare.

Artikel I och Artikel II är resultat av samarbete tillsammans med Jesper Haglund, som huvudförfattare och Fredrik Jeppsson. De båda har stått för expertisen kring de termodynamiska begreppen och ansvarade för litteraturöversikterna. Jag har i dessa två studier varit delaktig i hela processen förutom vid datainsamlingen. I övrigt har jag tillsammans med de två andra författarna varit delaktig när det gäller planering av datainsamling och vid analysarbetet och författande. Därtill har jag bidragit med mina erfarenheter av yngre barns förståelse och lärande med särskilt ansvar för analys av de deltagande barnens teckningar.

Artikel III var ett påbörjat projekt där utformningen av den inledande datainsamlingen planerades av medförfattarna Ragnhild Löfgren och Lena Tibell. I den uppföljande datainsamlingen ansvarade jag för att utforma kompletterande frågor att ställa till barnen. Den första datainsamlingen genomfördes av lärarstudenter och den uppföljande insamlingen av verksamma lärare under deras fortbildning. Analysprocessen har varit ett gemensamt arbete mellan de tre författarna. I ett avslutande skede bidrog Gunnar Höst med statistiska beräkningar. Själva artikelskrivandet har jag haft huvudansvaret för men arbetet har varit en växelverkan mellan författarna.

Artikel IV har jag med stöd av mina handledare Lena Tibell och Jesper Haglund, planerat, genomfört och författat.

Inledning

If I had to reduce all of educational psychology to just one principle, I would say this: the most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly. (David Ausubel, 1968, s. vi)

Denna avhandling, *Barns teckningar som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet*, handlar om barns föreställningar inom två naturvetenskapliga områden, fysik och biologi. I likhet med citatet ovan av Ausubel (1968) är föreställningars betydelse för lärandet en viktig utgångspunkt i avhandlingen. En lika viktig del är metoden, att använda barns teckningar i kombination med deras egna förklaringar, för att fånga dessa föreställningar.

Föreställningar har fått stort utrymme inom naturvetenskaplig didaktisk forskning i och med att de utgör en grund just för deras begrepps- bildning (Albert, 1978; Carey, 1985; Gellert, 1962; Piaget, 1929/1989). Förutom att bidra till forskningsfältet kring barns föreställningar bidrar avhandlingen även metodologiskt genom att redogöra för hur aktivitet och teckningar i kombination med barnens egna förklaringar kan användas i det naturvetenskapliga samtalet. Tidigare studier har även i stor utsträckning utgått enbart från intervjuer eller flervälsfrågor. Studier som fokuserat yngre barns föreställningar har genomförts framförallt på internationell nivå. Få studier med yngre barn har genomförts i en svensk kontext vilket motiverar denna avhandling.

Ytterligare motiv är att avhandlingen kan kopplas till det som Russell och McGuigan (2017) framhåller som den viktigaste uppgiften när det gäller forskning om barns lärande inom naturvetenskap, det vill säga att stödja pedagoger i deras praktiker och bidra till att utveckla en förståelse av hur det naturvetenskapliga lärandet sker bland yngre barn. Jag menar att avhandlingen bidrar till detta i och med att den ger bidrag till fältet om barns föreställningar vilket gör det möjligt för lärare att

skapa sig en förståelse av hur barn tänker. Denna kunskap kan tjäna som utgångspunkt för verksamma och blivande pedagoger för att förstå och kunna möta barnen i sin undervisning på ett produktivt sätt.

Studiernas sammanhang

Föreliggande avhandling utgår från ett barnperspektiv och de föreställningar som barnen ger uttryck för, det vill säga barns perspektiv på vad naturvetenskap innebär för dem. Andra utgångspunkter är barns teckningar som meningsskapande redskap för att fånga deras föreställningar och deras egna förklaringar till olika fenomen i naturen (Brooks, 2009; Ehrlén, 2009; Kress, 1997). De fyra artiklarnas gemensamma beröringspunkter utgörs av naturvetenskaplig didaktisk forskning med fokus på yngre barns föreställningar och användningen av teckningar tillsammans med barnens egna förklaringar (se Figur 1).

Figur 1. Artiklarnas gemensamma beröringspunkter

Avhandlingens placering i de två olika områdena fysik och biologi kan vid en första anblick upplevas som spretigt, men skärningspunkterna dem emellan kan förhoppningsvis upplevas som intressanta. Jag menar att denna variation även speglar lärares uppdrag i förskolan och de första sex skolåren i och med att läraren då dels ska kunna behärska dels kunna möta barnen inom samtliga områden inom naturvetenskap, det vill säga biologi, fysik och kemi.

Syfte och forskningsfrågor

Det övergripande syftet med denna avhandling är att med utgångspunkt i barns teckningar och samtal kring dem utveckla kunskap om deras föreställningar om olika fenomen i naturen. Avhandlingens forskningsfrågor är:

- Vilka föreställningar ger barn uttryck för i teckningar och i samtal om naturvetenskapliga fenomen?
- Vilka metodologiska förutsättningar och utmaningar finns det när det gäller att använda teckningar som utgångspunkt och som meningsskapande redskap för att fånga barns föreställningar?

Centrala begrepp

För att underlätta för läsaren ges här en kort redogörelse för i avhandlingen förekommande centrala begrepp och hur jag använder dem.

Jag har valt att använda beteckningen barn för deltagarna istället för elev. I och med att två studier (artikel III och IV) involverar barn på förskolan, blir det missvisande att kalla dem för elever. I anslutning till detta har jag uppmärksammat att det inom forskningsfältet ofta råder oklarhet gällande åldern på deltagarna i de olika studierna. Det hänvisas ibland endast till årskurs, där det finns en viss variation beroende på vilket land som studien är utförd i. Ibland hänvisas det endast till 'child', 'pupil' eller 'student'. Av sammanhanget går det ofta att utläsa en ungefärlig ålder på deltagarna. Ibland förekommer det att generella slutsatser görs utan någon hänvisning till ålder vilket kan leda till missförstånd. Med detta sagt vill jag inte inräknas bland de som lägger alltför stor vikt vid barns exakta ålder som i exempelvis Piagets stadieteori.

Barns föreställningar har över tid och inom olika kontexter benämnts på olika sätt i litteraturen, allt ifrån de lite mer vaga benämningarna idéer eller tankar, till mer värderande begrepp som *missuppfattningar* (misconceptions), *naiva föreställningar* (naive conceptions) eller *alternativa föreställningar* (alternative frameworks). Otydligheten i användandet av begrepp är något som diskuteras av diSessa (2002) när han resonerar om forskning rörande *begreppslig förändring* (conceptual change).

”Concept”, ”belief”, ”theory”, and ”ontology” have all been used to describe the elements of mind involved in conceptual change. Yet none are elaborated to the point that we know exactly what we are talking about, and to the point that we can even in principle empirically determine whether one or another of these is more adequate than others (or whether they are all necessary) to describe difficulties and accomplishments in conceptual change (diSessa, 2002, s. 58).

Hur begreppen benämns visar både på tidsandan och teoretiskt perspektiv, exempelvis ’misconceptions’ som enligt Sjøberg (2006) signalerar en förväntan om att finna vetenskapliga begrepp. I föreliggande arbete använder jag begreppet föreställningar med innebörden barns tankar och idéer om den värld vi lever i. Valet grundar sig på att jag anser detta begrepp vara mer neutralt i och med att det inte är värderande eller knutet till något perspektiv som exempelvis *uppfattningar* (perceptions) som förknippas med fenomenografi. Vidare menar jag att begreppet uppfattningar ger en indikation på att man faktiskt har en tydlig tanke om hur något förhåller sig vilket inte alltid är fallet. En föreställning kan däremot innefatta både en bestämd uppfattning och liknas vid att ha en idé om hur något förhåller sig.

Inom forskningsfältet naturvetenskap används även olika benämningar för barns begynnande föreställningar som naiva/intuitiva eller

emergenta (emergent science). Här använder jag, intuitiva eller emergenta föreställningar, med innebörden att jag ser dem som ett första steg i barns lärande inom ämnet.

Naturvetenskaplig introduktion och barns föreställningar om de studerade områdena

Nedan ges en kortfattad naturvetenskaplig introduktion till de områden som innefattas i denna avhandling. Introduktionen avser att presentera en övergripande bild av de olika områdena: värme, blandning, människokroppens inre struktur och levande/inte levande. Denna översikt presenteras för att ge en bakgrundförståelse och en möjlighet att sätta den i relation till vad barnen uttrycker. Till varje avsnitt ges en kort sammanfattning av tidigare forskning inom respektive område. En mer detaljerad beskrivning ges i respektive artikel.

Värmeöverföring och blandning är de två processer som står i fokus för artikel I och II. Dessa två processer ingår i läran om termodynamik som handlar om hur energi omvandlas från en form till en annan. Värmeöverföring tenderar att ske från ett objekt med högre temperatur till ett objekt med lägre temperatur. Entropi kan förklaras som ett mått för oordning i ett system och i dess omgivning eller som spridning av energi. Blandning kan tolkas både som processen då flera föremål av olika sort som tidigare hållits åtskilda tillåts röra sig bland varandra och som resultatet av en sådan process. Både blandning och värmeöverföring är irreversibla fysikaliska processer, vilket innebär att de inte kan återgå till sin ursprungliga form av sig själva. Alla irreversibla processer medför, i sin tur, att den totala entropin för ett system och dess omgivning tenderar att öka.

Det finns flera studier kring barns förståelse av värme men endast ett fåtal har fokuserat på yngre barns föreställningar (Albert, 1978; Piaget & Garcia, 1977). När det gäller de yngre barnen har det visat sig att begreppen inom termodynamik är svåra att förstå av flera skäl, dels att värmeöverföring från ett system till ett annat inte går att hantera handgripligen, dels att själva processen är abstrakt i och med att den är osynlig (Piaget & Garcia, 1977). Piaget och Garcia (1977) fann att barn i 6-

årsåldern inte förstod värmeöverföring som konduktion, det vill säga att värmen förflyttar sig från varma till kalla objekt. Barn uppfattade istället värmeöverföringen som en 'smittsam' handling mellan objekt som var nära varandra, där det varmare objektet t.ex. kan värma upp det kallare föremålet utan att själv nödvändigtvis bli kallare. Vidare fann de att en förståelse av värmeöverföring som konduktion först blev tillgängligt för barn i 11-årsåldern. Albert (1978) studerade med hjälp av individuella intervjuer barns föreställningar om värme och fann att barn yngre än 6 år var medvetna om att objekt kan vara varma och att dessa objekt även kan värma. I 7–8-årsåldern fann hon att barn hade utvecklat en förståelse för att varma objekt är varma under särskilda omständigheter, till exempel när man sätter igång plattan på spisen, och att värmen, 'det varma', inte uppstår av sig själv i objekt. Barn hade i denna ålder även börjat förstå värme som en process, som till exempel att något värms upp av solen eller att man blir varm när man rör på sig. Det har förekommit många diskussioner kring när barn börjar använda sig av ett substanstänkande för att förklara konduktion och om detta utgör en bra förklaringsmodell. Anledningen till att åsikterna har gått isär är dels att det har setts som en orsak till missuppfattningar, dels att en substanssyn senare utgör ett hinder för djupare förståelse (Chi, Slotta, & de Leeuw, 1994) eftersom värme inom termodynamik är en process för överföring av energi mellan system, snarare än en sorts substans. I de två studierna (artikel I och II) valde vi att använda oss av en substanssyn, i linje med Arnold och Millar (1996), där idén att värmen finns inuti varma objekt används som en språngbräda i förståelsen av termiska fenomen. Vi menade att detta även skulle underlätta för barnen då de skulle skapa egna analogier Erickson och Tiberghien (1985) fann att substanstänkande grundar sig i barns egna erfarenheter utifrån att ha rört varma objekt som exempelvis en spis eller en varm glödlampa.

Piaget och Inhelder (1975) studerade barns föreställningar om blandning. Med utgångspunkt i individuella intervjuer fick barnen ställa hypoteser kring hur svarta och vita kulor skulle blanda sig i en låda som kunde röra sig som en gungbräda. Resultatet visade att barn upp till 7 års ålder ansåg att kulorna inte skulle blanda sig utan endast byta plats i ett

strukturerat mönster. Barn i 7–9-årsåldern menade att kulorna kanske skulle blanda sig tillfälligt för att slutligen återgå till en uppdelad, naturlig ursprungsposition. Barn i 8–11-årsåldern menade att kulorna skulle kollidera med varandra och att de skulle bli alltmer blandade. Slutligen ansåg de äldre barnen (11–12 år) att det var möjligt, om än mycket osannolikt, att kulorna skulle återgå till sin uppdelade ursprungsposition.

Fokus för artikel III avser att ta reda på barns föreställningar om vad som finns inuti kroppen, det vill säga vilka organ de känner till och hur dessa är placerade samt om organsystem och hur de är integrerade. Studien avser att undersöka barnens strukturella föreställningar om hur vi ser ut inuti kroppen, det vill säga föreställningar om organ och organsystem. Kroppens organ har olika funktion och form och består av vävnader. Organ kan vara interna, exempelvis hjärta och lungor, eller yttre, exempelvis hud. Exempel på organ är, förutom hjärta och lungor, hjärna, ögon, mage, mjälte, skelett, bukspottskörtel, njurar, lever, tarmar, hud och urinblåsa. Organen bildar tillsammans organsystem som på olika sätt samverkar. Människan har 10 organsystem: huden (som är det största systemet), skelettet, nerv-, muskel-, endokrina-(hormon), matspjälknings-, respiratoriska- cirkulations-, utsöndrings- och reproduktionssystem.

Barns föreställningar om människokroppen är ett välstuderat område inom forskning om lärande i naturvetenskap (Carvalho, Silva, Lima, Coquet, & Clément, 2004; Garcia-Barros, Martínez-Losada, & Garrido, 2011; Gellert, 1962; Rowlands, 2004). Studierna innefattar deltagare från 4-årsåldern upp till högstskolenivå och flera av dessa studier använder teckningar för att ta reda på föreställningar. Generellt ökar antalet organ, som barn visar kännedom om via sina teckningar med barnens ålder. De vanligaste organen som barn ritar är enligt forskningslitteraturen skelett, hjärna och hjärta med viss variation när det gäller ordningsföljd i de olika studierna. Att skelett och hjärta hör till de mest vanliga organen förklaras av att de kan upplevas med våra sinnen. Vi kan känna skelettet och både höra och känna hur hjärtat pulserar (Glaun & Rosenthal, 1987). Dessutom ritar barn organ som de själva har egen erfarenhet av eller kulturella kopplingar till (Óskarsdóttir et al., 2011; Reiss et al., 2002). Studier visar även att yngre barn inte alltid skiljer på yttre attribut som mun, ögon, öron,

näsa, hår och inre attribut (Gellert, 1962; Nagy, 1953). Resultaten kring var barn placerar kroppens organ är otydliga i tidigare studier. Det har även visat sig att barn inte ritar kopplingar mellan organ (Cuthbert, 2000; Dempster & Stears, 2014; Reiss & Tunnicliffe, 2001) vilket leder till slutsatsen att barn saknar förståelse av hur organ är relaterade till varandra i organsystem. Flera studier (Crider, 1981; Garcia-Barros et al., 2011) har funnit att många barn ritar hjärtat som en hjärtformad symbol. Reiss och Tunnicliffe (2001) ställer sig frågan om barn tror att hjärtat ser ut så eller om det är en symbolisk representation.

Artikel IV rör barns föreställningar om vad som är levande/inte levande. I detta sammanhang blir definitionen av liv central. Det finns ingen entydig definition av liv utan detta avgörs genom olika kriterier för liv. Det som gör det oklart är att olika kombinationer av kriterierna används för att förklara om något lever. De kriterier som vanligtvis används är: reproduktion, nedärvning, reagens på yttre stimuli, ämnesomsättning (metabolism), homeostas (ett tillstånd av balans och stabilitet i organismens inre miljö), evolution, tillväxt och uppbyggnad av celler. Virus är ett exempel som är i gränslandet, i och med att de innehåller arvs massa som kodar för virusets proteiner, men saknar egen ämnesomsättning och behöver en värd för att överleva. Olika virus har dock olika lång överlevnad. De kan vara inaktiva (latenta) i mycket lång tid men förökar sig så snart förhållandena är gynnsamma och de funnit rätt värd.

I likhet med barns föreställningar om människokroppen är deras föreställningar om liv och vad som lever/inte lever ett omfattande forskningsområde. Piaget (1929/1989) var en av de första som genomförde studier om barns tankar om liv. Han fann att deras mest centrala kriterium var att det som rör sig lever. Rörelse var därför det kriterium han utgick ifrån när han gjorde sin indelning i olika stadier. Att enbart använda detta kriterium har kritiserats av Carey (1985) som framhåller att det ger en förenklad bild eftersom hon sett att barn använder fler kriterier. Detta stöds även av Zogza och Papamichael (2000) studie. Enligt Opfer och Gelman (2011) har barn redan under sitt första år en känsla för om något är levande eller inte levande. Margett-Jordan, Falcon och Witherington (2017) fann i sin studie av barn i 3–4-årsåldern att denna förståelse

utvecklats till att förstå att djur är levande men inte orörliga objekt. Då barn i Careys (1985) studie fick en öppen frågeställning om att ge exempel på saker som lever gav de svar i följande ordning: människor, djur och växter. Däremot hade barnen mycket svårare för att komma på saker som inte lever. De mer öppna frågorna avslöjade intressanta skillnader mellan det som lever/det som är dött; vad som är verklighet/fantasi; representationer/riktiga objekt och det som lever/har levt. Barn förstår att djur är levande men för de yngre barnen är det svårt att inkludera växter som levande (Martínez-Losada, García-Barros, & Garrido, 2014). Kriteriet att det som lever rör sig utgör här därför ett hinder för barnens förståelse.

Teoretiskt ramverk

Forskning kring barns föreställningar inom naturvetenskap är till stor del baserad på ett konstruktivistiskt synsätt. Konstruktivismen innebär att det är individen själv, som aktivt skapar eller konstruerar tankesätt och föreställningar, utifrån stimulans och impulser från omvärlden (Crain, 1992). Konstruktivismen har historiskt sett fokuserat på den enskilda individen men har genomgått förändringar (Säljö, 2000). Dessa förändringar bottnar i den kritik synsättet fick under 1980-talet. Det som kritiserades var den stora betoningen av det individuella konstruerandet av kunskap. Kritikerna ansåg att detta synsätt förbisåg kommunikationens, kulturens och den sociohistoriska kontextens betydelse för lärande (Carlgren, 1999). I och med denna kritik delades konstruktivismen in i två riktningar, individuell konstruktivism och socialkonstruktivism. Den individuella fokuserar på individens aktiva roll i lärandeprocessen medan socialkonstruktivismen även betonar de kulturella, språkliga och sociala aspekterna av lärandet (Marton & Booth, 2000).

Bruner (1996) betonar berättandets betydelse som en central del av processen för att skapa kunskap inom naturvetenskap. Detta menar han sker när man funderar kring olika idéer och till slut ställer hypoteser om naturvetenskapliga fenomen. Av vikt är då att hypoteserna har sitt ursprung i något redan känt. Hypoteserna prövas sedan och korrigeras för att slutligen stämma överens med verkligheten. Vidare menar han att genom att strukturera sina tankar finns möjligheten att nå längre än vad man trott i sitt tänkande. Det krävs dock reflektion och dialog för att bli medveten om vad man faktiskt vet.

I litteraturen beskrivs Vygotsky och Piaget ofta som varandras motsatser där Vygotsky representerar den sociala och Piaget den individuella synen på lärande. Amin och Valsiner (2004) framhåller att skillnaden mellan Piaget och Vygotsky är konstruerad genom forskares tolkningar av dem och brister i översättningen av deras texter. I själva verket hade de stor respekt för varandras forskning. Skillnader finns självklart men har mer att göra med deras forskningsintresse än på principiella skillnader eller att de tillhör olika skolor. Amin och Valsiner (2004) ställer

frågan vad som händer med bilden av utvecklingsprocessen då dessa två perspektiv kombineras och likställs. Föreliggande avhandling gör en ansats till detta då både det sociala och det individuella finns representerade i de inkluderade artiklarna. Vidare menar jag att dessa två även speglar realiteten i klassrummet där barnen befinner sig i ett socialt sammanhang men däremot är den bedömning som sker oftast individuell.

Olika perspektiv på begreppsbildning inom naturvetenskap

Det finns flera olika perspektiv på barns begreppsbildning. Nedan ges en kortfattad beskrivning av ett urval av dessa.

Piaget (1929/1989; 1972) var pionjär inom forskning om barns begreppsbildning, begreppsuppfattning och begreppsutveckling. Han menar att tänkandet är organiserat i scheman som kontinuerligt förändras i växelverkan med omgivningen. Enligt Piaget genomgår de kognitiva strukturerna en adaptationsprocess som består av två företeelser assimilation och ackommodation. När vi möter nya och okända situationer startar assimilationen, då vi införlivar ny information och försöker tolka och förstå. Tolkningen görs utifrån de scheman och den kunskap vi redan besitter. Om de gamla schemana inte räcker till för att förstå det nya uppstår en obalans, en kognitiv konflikt, och då kan ackommodationsprocessen aktiveras för att återfå balansen. I och med ackommodationen omorganiserar och utvidgas de gamla schemana för att passa den nya situationen. Dessa två processer kompletterar varandra och löper parallellt, men ackommodationen står för utveckling av lärandet.

Piaget delade in barns begrepp i två olika kategorier, spontana begrepp och reella begrepp. Spontana begrepp använder barn i sociala sammanhang i samband med vardagliga erfarenheter och handlingar och de utvecklas i deras aktiviteter under exempelvis leken. De reella begreppen är mer avancerade och måste läras in (Piaget, 1929/1989). Vygotsky (1986) talade i stället om pseudobegrepp som innebär att barns resone-mang råkar sammanfalla med vuxnas men har en annan begreppslig innebörd som är förkonceptuell till sin natur.

Piagets kartläggning under 1920–30-talet har haft stor betydelse när det gäller barns tolkningar av händelser i deras omvärld och hur de formar sin förståelse av naturvetenskapliga fenomen (Helldén, 1994; Sjøberg, 2006). I denna kartläggning fann Piaget två typiska företeelser i barns föreställningar, *animism* och *artificialism*. Animism innebär att icke levande ting beskrivs som levande. Det kan betyda att allt som rör sig lever till exempel moln och cyklar. Animism som företeelse har ifrågasatts då studier visat att det snarare är ett resultat av hur barn har tolkat intervjuarens frågor (Piaget, 1929/1989). Artificialism innebär att barn konstruerar förklaringar där händelser ses som resultat av avsiktliga handlingar, exempelvis tanken att människan gjorde berg och floder. *Antropomorfism* är ytterligare en typ av föreställningssätt som barn kan använda sig av. En antropomorf föreställning kännetecknas av att barn ger mänskliga egenskaper åt fenomen, till exempel att blommor gör sig vackra för att imponera på andra blommor.

Piagets tidiga studier utgår från en *omstruktureringsteori* (*reconstruction theory*) som innebär att den kognitiva utvecklingen sker i fem stadier med olika förståelse. Denna stadieteori går från barns fundamentala oklarhet till att slutligen nå en mer vuxen förståelse (Opfer & Gelman, 2011).

Det *radikalt omstrukturerade perspektivet* (radical restructuring), med bland annat Carey (1985) som förespråkare, bygger på Piagets teori men skiljer sig när det gäller hans syn på animism och artificialism. Opfer och Gelman (2011) framhåller att idén om radikal omstrukturering i den tidiga barndomen fortfarande är kontroversiell eftersom data och argument visar att begreppslig förändring kan ske redan i 4- till 6-årsåldern istället för att som tidigare hävdats att den äger rum först ungefär i 10-årsåldern, vilket stöds av Piaget (1929/1989) och Carey (1985). Carey grundar detta antagande i att först då har barns föreställningar genomgått en tillräcklig omorganisation så att deras föreställningar mer liknar vuxnas Förmågan till tidiga begreppsliga förändringar förespråkas av Vygotsky (1986) som menar att barns förståelse av världen sker kontinuerlig från 3–4 års ålder.

Forskare (t.ex. Gelman & Wellman, 1991) som förespråkar ett *kärnkompetensperspektiv* (core competence perspective) framhåller att begreppslig utveckling bland barn i förskolan präglas av ett enkelt ramverk avseende förmågan att organisera världen. Detta ramverk är skellettartat till sin natur i jämförelse med äldre barns och vuxnas men likväl kan de abstrahera och differentiera exempelvis levande och inte levande ting (Erickson, Keil & Lockhart, 2010).

Barns begreppsbildning

Forskningsområdet kring barns begreppsbildning är mycket omfångsrikt och har över tid haft olika fokus. Barns föreställningar utgör en del av detta område. I följande avsnitt redogörs för olika synsätt på begreppsbildning och begreppsförståelse då dessa ställningstaganden påverkar forskningen ur flera aspekter bland annat metodologiskt genom upplägg och analys men även vilka slutsatser som dras.

I och med att avhandlingens artiklar representerar två didaktiska områden, biologi och fysik, kommer detta avsnitt att bygga på forskning från båda dessa områden. Forskningen har som jag uppfattar det ibland belyst barns föreställningar på ett holistiskt sätt (t.ex. Carey, 1985, Piaget, 1929/1989) och ibland mer, uppdelat i de naturvetenskapliga ämnena, biologi (t.ex. Opfer & Gelman, 2011, Venville 2004) och fysik (t.ex. Albert, 1978, diSessa, 2002). Denna uppdelning gör att det kan växla med avseende på vilka termer och begrepp som används.

Fokus för denna avhandling är barns *föreställningar* (conceptions) om naturvetenskapliga fenomen som de beskriver med mer eller mindre *vetenskapliga begrepp* (concepts). Begrepp kan delas in i områdena *begreppsförståelse* (conceptual understanding) och *begreppsbildning* (conceptualisation), som kan påverkas av *begreppslig förändring* (conceptual change), vilket i sin tur blir en del av fortsatt begreppsbildning.

Övergripande handlar barns föreställningar om att kunna uttrycka hur de ser på världen. Till en början kan detta innebära att de har en idé om hur något förhåller sig vilket kan uttryckas med *intuitiva begrepp*. För att senare utveckla en djupare förståelse behöver de kunna använda mer

utvecklade begrepp och förstå begreppens innebörd. Genom lärande och nya erfarenheter kan behov av begreppslig förändring uppstå vilket kan leda till begreppsutveckling. Begreppsbildning, som pågår kontinuerligt, handlar om själva processen hur vi tillägnar oss begrepp (Figur 2).

Figur 2. Den kontinuerliga processen mellan begreppsbildning, begreppsutveckling och begreppsförståelse.

Intuitiva föreställningar

Föreställningar bland de yngre barnen brukar benämnas på olika sätt – emergenta (begränsade), naiva och intuitiva, som bygger på perception och känsla. Carey (2009) stödjer tanken att intuitiva teorier, även kallade *ramverksteorier* (framework theories), spelar en särskilt viktig roll när det gäller kognitiv struktur. De intuitiva teorierna är grunden för generella förklaringar till hur vi förstår världen. De intuitiva teorierna är av stor vikt då de: (1) innefattar fastställande av ett begrepps viktigaste kännetecken; (2) representerar den uttryckta kausala och förklarande kunskapen, och; (3) stödjer förklaringsbaserad slutledning.

Vardagliga föreställningar vs. vetenskapliga föreställningar

Halldén (2002) jämför elevers och lekmäns föreställningar om olika vetenskapliga begrepp utifrån begreppet alternativa referensramar, som innebär att dessa föreställningar utgör alternativa förklaringar till de

naturvetenskapliga. De alternativa referensramarna utvecklas spontant hos individen och strider ofta mot de vetenskapliga. Därtill är de ofta stabila och svåra att påverka. Helldén (1994) menar, i likhet med Careys (2009) resonemang ovan, att trots att barns föreställningar kan liknas vid tidiga vetenskapliga teorier bör dessa inte kallas för vetenskapliga. B. Andersson och Bach (1995) har funnit systematiska skillnader mellan barns vardagstänkande (alternativa referensramar) och ett vetenskapligt tänkande. I Tabell 1. ges en sammanfattning.

Tabell 1. Skillnader mellan barns vardagstänkande och vetenskapligt tänkande

Vardagstänkande	Vetenskapligt tänkande
Omedvetet	Medvetet
Situationsbundet	Generellt
Mindre krav på inre sammanhang och logik	Logiskt invändningsfritt, systematiskt organiserat
Personligt	Prövbart
Formas omedvetet i olika situationer, kunskapsbit staplas på kunskapsbit	Artikuleras medvetet och har tillväxtförmåga

(Källa: Andersson och Bach 1995, s. 20)

Det konkreta vs det abstrakta

Forskning inom kognitiv utveckling har i över ett sekel präglats av tesen att den kognitiva utvecklingen går från det konkreta till det abstrakta (Simons & Keil, 1995). Enligt denna tradition, där Piaget har varit tongivande, gäller att ju yngre barnen är desto konkretare behöver upplevelsen vara i och med att barn är fast i ett här och nu tänkande. De abstrakta förklaringarna är ofta icke-perceptuella och ospecifika till sin natur. De konkreta förklaringarna är däremot vanligtvis kopplade till något man kan se.

Simons och Keil (1995) vänder sig mot detta synsätt och föreslår istället en abstrakt och konkret växelverkan när det gäller kognitiv utveckling. I fem studier undersöker de barn i olika åldrar och deras abstrakta förståelse av hur djur och maskiner ser ut inuti. Deras resultat visar att barn vid åtta års ålder har mer konkreta föreställningar med avseende

på hur något ser ut inuti, men att dessa är väsentligen mer precisa än hos yngre förskolebarn. Vidare framhåller de att en abstrakt till konkret utveckling kan fånga viktiga aspekter av hur kunskap utvecklas inom biologi och även inom andra områden. Dessutom anser Simons och Keil (1995) att ett abstrakt ramverk kan uppstå genom endast ett fåtal erfarenheter men att dessa kan utgöra en viktig drivkraft bakom förståelse och förklaringar. För att göra naturvetenskapen mer begriplig är det frestande att i undervisningen försöka dela upp den i mindre delar och omvandla det abstrakta till något mer konkret, som enligt min mening är ett vanligt förfaringssätt i förskolan och skolan. Detta bör enligt Simons och Keil undvikas då det abstrakta beskriver en konceptuell nivå och det konkreta en perceptuell nivå.

Ett gemensamt drag i många studier är att de utgår ifrån någon form av konkret till abstrakt förskjutning i barns förståelse. Detta antagande är kanske mest uppenbart när det gäller Careys (1985) uppfattning att barn initialt baserar sina antaganden enbart på perceptuella likheter och först senare bildar en abstrakt representation. Enligt Carey kräver en förklaring inom ett biologiskt ramverk kunskap om exempelvis specifika organ och deras funktioner. Först när barn har förvärvat denna områdes-specifika kunskap kan de bilda ett mer abstrakt förklarande system för att kunna göra ytterligare förutsägelser om osynliga egenskaper. Simons och Keil (1995) föreslår ett annat synsätt på abstrakt till konkret förståelse. De anser att även om barns första upplevelser är perceptuella, kan de skapa sig en abstrakt förståelse som de senare kan komplettera med konkreta detaljer. På samma sätt framhåller Opfer och Gelman (2011) att större områden där barn får ta del av abstrakta orsaksmönster kan vara av vikt för lärandet innan barnen förväntas behärska specifika detaljer.

Sjøberg (2006) för ett likande resonemang och menar att naturvetenskap till sin natur är teoretisk och abstrakt och är ofta något barn upplever som jobbigt. Denna kritik bör beaktas men målet får däremot inte bli att ta bort abstraktionen och göra ämnet konkret eftersom det essentiella i ämnet då skulle gå förlorat – det vill säga att teorierna och abstraktionerna kan användas som redskap för att beskriva och förstå verkligheten. Jag tolkar Sjøbergs resonemang som att ett holistiskt förhållnings-

sätt ibland är att fördra där man ser sammanhangen innan barn fastnar i detaljerna.

Analogier

Ett sätt att öka förståelsen hos barn är att i läroprocessen använda analogier. En analogi innebär att formulera något som uppfattas som överensstämmande eller vara en motsvarighet till det fenomen som ska beskrivas. Fördelen med analogier är att ny kunskap kan sättas i relation till något välkänt. Åsikterna går likväl isär när det rör barns förmåga att föra analogiska resonemang där en del menar att detta resonemang inte är tillgängligt för barn förrän de är i 11–12-årsåldern (Piaget, Montangero, & Billeter, 1977/2001). Brown (1989) och Goswami (1992) framhåller däremot att detta är möjligt bland yngre barn om *källdomänen* (source domain), det man jämför med, är välkänd och barnen har förstått målet med uppgiften. Blachette och Dunbar (2000) tar upp egengenererade analogier som betydelsefulla eftersom den lärande då är aktiv i att finna liknelser mellan källdomän och *måldomän* (target domain), det område man ska lära sig mer om. Vidare visar Masons (1995) studie med barn i 10-årsåldern att barn som får möjlighet att skapa egna analogier får djupare kunskaper. Dessutom framhåller May, Hammer och Roy (2006) att barns spontana analogier skulle kunna användas i större utsträckning inom undervisning. Driver, Guesne och Tiberghien (1992) är även de förespråkare av användning av analogier men menar att det är viktigt att vara medveten om att analogierna även har begränsningar då det visat sig att eleverna inte alltid förstått nyttan med dem.

Begreppslig förändring

Denna avhandling fokuserar på att beskriva barns föreställningar vid enskilda tillfällen, snarare än att beskriva förändringar i föreställningarna. Det är ändå relevant att beakta begreppslig förändring då den pågår kontinuerligt under barns utveckling. Detta stöds av Driver, Squires, Rushworth och Wood-Robinson (1997) som poängterar att det är av vikt att inte fastna och enbart arbeta med barns föreställningar utan skapa möjligheter för fortsatt begreppsutveckling. Även om de avser äldre barn menar jag att detta är lika viktigt när det gäller de yngre barnen.

Posner, Strike, Hewson och Gertzog (1982) frågar sig vad som krävs för att ändra sin förståelse av vetenskapliga begrepp och vad som styr vilka begrepp man väljer att förändra. Deltagarna i deras studie är högskolestudenter inom ämnesområdet fysik som ska förändra sin begrepps-förståelse från Newtons till Einsteins sätt att tänka om relativitetsteorin. Här tar jag endast upp det jag anser vara generellt och relevant även för yngre barn och deras begreppsutveckling. Lärande innebär att ställa frågor om olika företeelser (Vad är det? Varför...? Hur gör man?). Det gör att barn får idéer eller föreställningar om verkligheten som finns och förändras beroende på erfarenheter och kontexter. För att en föreställning ska ändras måste barn uppleva att gamla erfarenheter inte stämmer med de nya. Precis som Posners et al. (1982) universitets-studenter behöver barn uppleva ett problem med tidigare begrepp och se nya lösningar för att känna sig motiverade att förändra sina begrepp. De måste kunna förstå de nya svaren och tro på att de är bättre än de gamla på att förklara ett fenomen. Det nya måste också passa med vad barnen kan uppleva som naturligt och logiskt och inte motsägas av vad de kan se. Därför menar jag är det viktigt att studera och ägna tid åt barns föreställningar redan under förskoleåldern.

diSessa och Sherin (1998) ställer sig kritiska till tidigare forskning (t.ex. Posner et al., 1982) om begreppslig förändring och betonar att denna i mångt och mycket har varit otydlig och oklar med vad som avses med ett begrepp. De ifrågasätter tolkningen av begreppslig förändring som ett byte av en problematisk föreställning mot en annan föreställning med större förklaringsvärde. diSessa (2002) menar istället att barns föreställningar är grundade i mindre kognitiva enheter, *p-primitiver* (p-prims, phenomenological primitive). P-primitiver står för många och små intuitiva delar som är kontextbundna. De är fenomenologiska, i och med att de grundas i våra fysiska erfarenheter av att interagera med vår omgivning. De är primitiva, i bemärkelsen att de inte behöver delas in i ytterligare finare detalj, vi tar dem bara för givna och kan inte förklara dem, de är intuitiva. P-primitiver utgör grunden för intuitiva förkunskaper inom fysik, förkunskaper som rekonstrueras till skolad kompetens. Enligt diSessa (2002) kan teorin om p-primitiver användas för att förklara både

felaktiga och korrekta föreställningar som den lärande kan ha gällande hur världen fungerar. En fruktbar förståelse av ett fenomen blir mer en fråga om att kombinera ett antal olika p-primitiver i ett visst sammanhang på ett relevant sätt, snarare än att ha eller inte ha en särskild föreställning.

Språkets betydelse för begreppsbildning

Även om de i avhandlingen ingående artiklarna finns inslag av språkliga aspekter står dessa inte i centrum för metodologiska överväganden och resultat. Språket utgör dock en mycket central betydelse för begrepps-bildning (Vygotsky, 1986) och berörs därför här av den anledningen. I korthet menar Vygotsky (1986) att när barn konstruerar sina föreställningar spelar uttryck i vardagsspråket en central roll. Många ord har olika innebörder i vardagsspråket och i det naturvetenskapliga sammanhanget. Helldén (1994) menar att detta i sin tur leder till att barn inte uppfattar de naturvetenskapliga uttrycken på samma sätt som pedagoger eller läroboksförfattare avsett.

Språk kan utifrån ett socialsemiotiskt perspektiv (Kress, 2000) uttryckas med hjälp av olika uttrycksformer vilket jag återkommer till i nästa avsnitt om barns teckningar, där teckningar också ses som ett språk

Barns teckningar

Metoden att inom forskning använda barns teckningar som utgångspunkt för att öka vår kännedom om barns tankar bygger på antagandet att barns föreställningar speglas i deras teckningar. Användningen av teckningar är en vanlig metod för att fånga barns föreställningar inom didaktisk naturvetenskaplig forskning (Ainsworth, Prain, & Tytler, 2011; Dempster & Stears, 2014; Eiser & Patterson, 1983; Gellert, 1962; Hall, Bailey, & Tillman, 1997; Óskarsdóttir et al., 2011; Reiss & Tunnicliffe, 2001).

Teckningar i kombination med deras muntliga förklaringar betonas av flera forskare (Brooks, 2009; Ehrlén, 2009; Köse, 2008; Walker, 2007) men utgör inte en självklar del för alla. Betydelsen av att låta barn beskriva eller förklara vad de har ritat illustreras av ett exempel från

Brooks (2009) där barn fick i uppgift att rita av ett grodyngel. En flicka som hade valt att färglägga sitt grodyngel svart upptäckte att ögonen som hon tänkt rita på kroppen inte skulle synas, vilket gjorde att hon lät dem sticka ut utanför kroppen. Hennes kamrat som också hade målat ynglet svart valde att ändå placera ögonen rätt men la till en förklarande text som sa att ögonen var svåra att se. Utan barnens förklaringar kunde detta miss-tolkas som att barnen inte kände till ögonens placering.

Ytterligare motiv till att använda teckningar är att ge barnen en möjlighet att först själva få tänka efter vilket kan resultera i mer genomtänkta svar i en intervjusituation. Teckningarna fungerar även som en gemensam utgångspunkt i samtalet (*shared reference point*) (Tytler, Prain, & Peterson, 2007) och kan minska risken för missförstånd.

Historisk tillbakablick

I Van Meter och Garners (2005) översiktsartikel diskuteras hur teckningar kan användas ur ett lärandeperspektiv och de använder ordet *elevgenererade teckningar*. Jag kommer istället fortsättningsvis benämna detta som *barngenererade teckningar* då det överensstämmer bättre med hur teckningar har använts i avhandlings studier. Enligt Van Meter och Garners har forskning med utgångspunkt i barngenererade teckningar fått en del utrymme från mitten av 70-talet och framåt tills den avstannade helt i mitten av 80-talet, vilket förklarades av inkonsekventa resultat. Vidare framhåller de att det finns skäl att återuppta intresset för barngenererade teckningar. Tidigare studier var ofta av normativ art, där man försökte övertyga lärare om att använda metoden som en strategi för att uppfylla pedagogiska mål. Dessa råd behöver nödvändigtvis inte vara fel men de saknade då grund i empiriska studier som undersöker användandet av teckningar som en metod i läroprocessen.

Vad är en teckning?

Då teckningar utgör en central del i denna avhandling är det av vikt att definiera vad som avses med en teckning. Här ses en teckning som en representation som avser att likna eller dela en fysisk likhet med föremålen som teckningen visar. Vidare kan en definition av innebörden av barngenererad teckning kan tyckas självklar men behöver även den klargöras. Enligt Van Meter och Garner (2005) kan innebörden av en

barngenererad teckning vara att barn ritat på fri hand med hjälp av penna på blankt papper och att barnet själv har ansvar för både konstruktion och slutprodukts utseende. Andra typer av representationer är färdiga illustrationer, ritade objekt som barnen ska sätta etiketter på eller skriva en text till. Mellan dessa ytterligheter finner vi teckningar där delar av representationen är barngenererad och delar av den är tillhandahållen eller given. Det senare överensstämmer med teckningar som barnen ritade i Artikel I, II och III där mallar eller siluett hade för avsikt att fungerade som ett stöd då de skulle rita. I Artikel I & II fick barnen två mallar en mall för att illustrera hur kulorna blandades och en för att illustrera värmeöverföring (Appendix 2). I artikel III fick barnen en kroppssiluett (Appendix 3). Användandet av mallarna och kroppssiluett underlättade även vid analysarbetet. Då barnen med hjälp av teckningar skulle skapa egna analogier (Artikel I & II) gjordes detta på blanka papper vilket även gäller för artikel IV då pappret endast var indelat i 6 rutor. Utifrån ovanstående resonemang menar jag att barnens teckningar som ligger till grund för de artiklar som ingår i avhandlingen kan definieras som teckningar som barnen har konstruerat själva och att de har för avsikt att ge en beskrivning av deras föreställningar i stunden, där och då.

Barn ställs inför ett problem då de ska överföra tredimensionella objekt till ett plant ritpapper med endast två dimensioner (Cox, 1992; Freeman, 1980). Detta problem medför inte att barn har svårigheter att rita tvådimensionella objekt som kan tolkas och analyseras. Golomb (2003) framhåller att då barn ritat vill de gärna visa fler saker eller händelser samtidigt och använder därför olika strategier. När de till exempel vill rita ett hus, som de ser från utsidan visar de samtidigt hur det ser ut invändigt. Sådana genomskärningar benämns som *röntgenbilder* (transparency/x-ray drawings) (Andersson, 1995; Fenson, 1985). Dessa tankar om barns strategier för bildskapande finner jag vara relevanta för artikel III med intresset att förstå hur barn ritat och berättat om hur vi ser ut inuti kroppen.

Ur ett lärandeperspektiv betonar Van Meter och Garner (2005) betydelsen av att ge barnen stöd i tecknandet för att det ska fungera så effektivt som möjligt och jag menar att detta även är av vikt då teckningar används för att samla in data. Detta stöd kan yttra sig på olika sätt till exempel att teckningsinstruktionen ger barnet en riktning där exempelvis

individuella strukturer inom ett system eller hur dessa strukturer hör ihop klargörs. Detta kan jämföras med de två ritinstruktioner som barnen fick i Teckning 1 och 2 (Artikel III) som i detta fall fick konsekvenser för resultatet. En dekontextualiserad uppgift och en kontextbunden uppgift kommer att diskuteras vidare i diskussionen.

Interna och externa representationer

Van Meter och Garner (2005) menar att när man ombeds rita skapar man en intern representation där aktuella begrepp som rör denna representation aktiveras. Dessa aktiverade bilder ger sedan upphov till upplevda bilder. Den externa teckningen är ett försök att på papper skildra den internt upplevda bilden. De summerar vidare:

In summary, a representational drawing is defined as one in which the learner intends to construct on paper a picture that replicates the image in the mind. (*Van Meter & Garner, 2005, s. 290*)

Sammanfattningsvis menar de att barns egengjorda teckningar utgör en konstruktion och ett sätt att förmedla interna och icke verbala representation.

Barns teckningar utifrån ett socialsemiotiskt perspektiv

Genom att utgå från ett socialsemiotiskt perspektiv på lärande vill Kress (2000) vidga synen på vilka teorier och metoder som kan hjälpa individer att lära sig. Han vill även lyfta fram detta synsätt som betydelsefullt för pedagoger med avseende på att använda och värdera olika representationsformer. I det följande talar jag om barn i stället för individer även om många tankar gäller även för ungdomar och vuxna. Traditionellt har språket setts som det viktigaste redskapet för att förmedla kunskap. I linje med ett socialsemiotiskt perspektiv vill Kress lyfta alla typer av representationsformer som bild, färg, musik, dans och teater, och hävdar att även dessa ska ses som språk. Dessutom innebär ett socialsemiotiskt perspektiv att en representation skapas av barn själva vid ett visst tillfälle då deras intresse har fångats av ett fenomen eller en aktivitet och blivit en del i det som Kress kallar teckenproduktion.

Barns teckenproduktion är situationsbunden men även kulturbunden eftersom barn i olika kulturer eller sociala sammanhang har tillgång till eller tillåts använda olika material. Kress (2000) inkluderar teckningar men även exempelvis legobyggen och kojor och bussar som barn bygger med hjälp av kuddar, filtår och annat material som finns i närheten i deras teckenskapande. På så sätt bearbetar och omskapar eller transformerar barn sina representationer. Denna process förändrar barnets subjektivitet och kognitiva disposition hävdar Kress eftersom barnet själv ständigt avkodar det som är av störst intresse i kontexten. Barnets val stärker subjektiviteten och avkodning och transformation innebär en kognitiv aktivitet.

Ett exempel som är intressant för denna studie är när Kress ser tre teckningar som hans 5-årige son har ritat. De föreställer ett barn och en hund, ett flygplan och en bomb och två icke föreställande figurer med liknande spretiga karaktär. Vid en fråga om vad han ritat förklarar barnet att bilderna på teckningarna hör ihop eftersom pojken och hunden lever, flygplanet och bomben befinner sig i luften och spretigheten i de två figurerna uttrycker det som de har gemensamt. Några veckor senare förstod Kress varför barnet hade ritat bilderna när han fick se en övningsbok från skolan där barnen fått i uppgift att dra streck mellan två bilder som är likadana. Kress drar slutsatsen att hans son upplevt detta som intressant och roligt och troligen känt sig duktig när han kunde genomföra uppgiften. Senare har sonen utvecklat uppgiften hemma med egna bilder som han också parade ihop, inte för att de var likadana utan för att de levde, befann sig i luften eller hade liknande form. Genom detta exempel visar Kress hur intresse, samtal om bilderna och den känslomässigt (affektiva) positiva stämningen leder till ny produktion, transformation och utveckling.

Barns teckningar som redskap för att lära naturvetenskap

I Van Meter och Garners (2005) översiktsartikel summerar de hur barns egna teckningar kan användas i den naturvetenskapliga klassrumspraktiken och lyfter fram flera fördelar. Barnens egna teckningar:

- utvecklar förmågan att observera genom att lära sig se detaljer och egenskaper.
- stödjer tillägnandet av kunskaper och möjliggör högre nivå av tänkande och en djupare förståelse. Teckningarna utgör dels ett redskap för lärande men även ett sätt att uttrycka kunskap. En fördel som även stöds av Ainsworth et al. (2011).
- förbättrar förståelsen av texter och därmed tillägnandet av kunskap.
- utgör ett stöd i skrivprocessen genom att exempelvis skapa berättelser och att organisera sitt skrivande, främjar detaljrika och beskrivande texter och framförallt bland yngre barn fungera som ett stöd i överföringen mellan muntliga och skriftliga uttryck.
- har en positiv påverkan på affektiva processer, såsom ett större engagemang för innehållet som i sin tur ökar möjligheten för lärande på en högre nivå. Teckningar som ett sätt att väcka större engagemang framhålls även av Ainsworth et al. (2011) och Latham och Ewing (2018). Ainsworth et al. framhåller att då möjlighet ges att rita för att utforska, samordna och motivera sin förståelse av naturvetenskap ökar även motivationen att lära.

Ainsworth et al. (2011) framhåller ytterligare fördelar med att använda teckningar i undervisningen

- att med hjälp av teckningar kreativt resonera och lära sig att använd flera olika visuella uttrycksformer
- att precis som vetenskapsmän använd teckningarna som ett medel för att kommunicera och genom dessa explicit delge sina idéer som i sin tur kan leda till resonemang. Detta ger även läraren en möjlighet att få en inblick i barns tänkande, vilket även stöds av Hall et al. (1997).

Ainsworth et al. (2011) betonar vikten av att barn får möjlighet att utveckla en visuell avläsningsförmåga (*visual literacy*) inom naturvetenskap. Avslutningsvis framhåller Van Meter och Garner (2005) att det är olyckligt att endast ett fåtal av fördelarna som nämns ovan har stöd i empirisk forskning. De framhåller vidare att det inte beror på att empiriska bevis strider mot dessa påståenden, utan snarare att lite forskning har ägnats åt att undersökta teckningar som en strategi för lärande.

Metodologiskt ramverk

Avhandlingens metoder är kvalitativa. Barns egna representationer i form av teckningar används som utgångspunkt i klassrumsarbeten (Artikel I och II) och i individuella samtal och intervjuer (Artikel III och IV). Barnens teckningar har skapats individuellt men utfördes i grupp i Artikel I och II. I samtliga studier har barnen själva fått kommentera och förklara vad de ritat (Ehrlén, 2009) och även hur de tänkt för att på så sätt undvika feltolkningar (Brooks, 2009). Barns teckningar fungerar som meningsskapande redskap och gör det möjligt för barnen att utveckla sina tankegångar. I tabell 2. ges en översikt av artiklarnas fokus, vilka som deltagit, information kring hur datainsamlingen gått till och vilken typ av data som erhållits (materiel) samt en kort beskrivning av analysen

Tabell 2. Översikt av de ingående artiklarnas fokus, deltagare, datainsamling, materiel och analys

	Artikel I	Artikel II	Artikel III	Artikel IV
Fokus	Barns förmåga att använda sig av analogier inom områdena värmeöverföring och blandningar.	Barns föreställningar om värmeöverföring och blandningar	Barns föreställningar om vad som finns inuti människokroppen	Barns föreställningar och förklaringar om levande/inte levande
Deltagare	25 barn 7–8 år	25 barn 7–8 år	170 barn 4–13 år	14 barn 5–6 år
Datainsamling	Uppdelad i tre steg: 1) Analogier genererade i helklass lett av en av forskarna (JH).	(Se Artikel I)	Individuella samtal med deltagande observatörer (lärarstudenter och verkssamma	Individuella intervjuer med barnens teckningar som fokus samt kort som användes i en

	<p>2) POE-experiment (Predict, Observe, Explain)lett av två av forskarna (JH, FJ) (Förutsägelse, observation och förklaring (White & Gunstone, 1992) i grupper.</p> <p>3) Teckningar och samtal kring hur de tänkt generera egna analogier i små grupper. Datainsamling vid två tillfällen</p>		<p>lärare) (Appendix 1,3 och 4)</p> <p>Datainsamlingen genomfördes vid två tillfällen</p>	<p>sorteringsuppgift (JA). (Appendix 5) Datainsamlingen ägde rum vid två tillfällen, 2012 och 2018, vid samma tidpunkt på året.</p>
Materiel	<p>Videoinspelningar med barnens muntliga berättande och barnens teckningar 80 st.</p> <p>20 analogiteckningar på vardera fenomen, Videoinspelat material: 12 h.</p>	(Se Artikel I)	<p>170 teckningar och barnens egna kommentarer till teckningarna (Teckning 1 och 2, se avsnitt nedan). Observatörernas anteckningar.</p>	<p>Barnens teckningar av levande/inte levande. Resultat från sorteringsövning. Videoinspelade dialoger: 9 h.</p>

Ana- lys	Analysen utgår ifrån Gentner (1983) teoretiska ramverk <i>Structure mapping theory</i> . (JH, FJ, JA)	Analys utifrån kategorier med ursprung i tidigare forskning (Albert, 1978; Erickson & Tiberghien, 1985, Piaget & Inhelder, 1975) (JH, FJ, JA)	Innehållsanalys och beskrivande statistik (JA, RL, LT)	Innehållsanalys och tematisk kodning av de transkriberade intervjuerna. med teman med ursprung i tidigare forskning (Carey, 1985; Venville, 2004; Zogza & Papamichael, 2000) och med stöd av MaxQDA®. (JA)
---------------------	---	---	--	--

Databeskrivning och analys

I detta avsnitt beskrivs och motiveras metodval mot bakgrund av avhandlingens syfte och forskningsfrågor. I avhandlingens samtliga studier har det insamlade materialet styrts valet av analysmetod. Nedan redovisas de ingående artiklarnas datamängd, vad som har använts och vad som har valts bort.

Artikel I och Artikel II

Datainsamlingstillfälle I

Datainsamlingstillfälle II (ombytta grupper)

Figur 3. Datainsamlingens upplägg i artikel I och II

Barnens teckningar och muntliga förklaringar till sina egenskapade analogier utgör artiklarnas datamängd. Deras analogier analyserades i Artikel I utifrån Gentners ramverk '*Structure mapping theory*' (Gentner, 1983, 1989) med avsikt att kategorisera och analysera barnens analogier och sätta dem i relation till ursprungsdomän (*source domain*) och måldomän (*target domain*). De kategorier som användes var: endast utseende (*mere apperance*), bokstavlig likhet (*literal similarity*), analogi (*analogy*), abstraktion (*abstraction*) och anomali (*anomaly*) användes för att kategorisera barnens analogier.

Analysen i Artikel II utgår från kategorier funna i tidigare forskning. De kategorier som användes för att analysera barnens föreställningar när det gäller blandningar utgick från Piaget och Inhelder (1975) kategorier:

1. Strukturerat mönster (*structure pattern*)
2. Blandning och återgång till ursprungsposition (*mixing and return to original position*)
3. Begynnande probabilistisk syn på blandning (*emerging probabilistic view of mixing*)
4. Probabilistisk syn på blandning (*probabilistic view of mixing*).

Analysen av barnens föreställningar om värmeöverföring kategoriserades utifrån följande kategorier:

1. Varma kroppar (*hot bodies*)
2. Betingad karaktär av varma föremål (*conditional nature of hot objects*)
3. Värme som en process (*process view of heat*)
4. Värme beroende av material (*heat as dependent on the material*)
5. Substanssyn på värme (*substance view of heat*)
6. Värme som en oberoende enhet (*heat as an independent entity*)

Kategorierna som användes gällande barnens föreställningar om värmeöverföring har sitt ursprung i ett flertal studier inom detta område (Albert, 1978; Erickson & Tiberghien, 1985; Lautrey & Mazens, 2004; Piaget, 1974).

Då datainsamlingen för Artikel I och II ägde rum i en social kontext där det inte alltid gick att höra vad som sades gav detta ett visst borttall. Vidare antogs genomgående under analysen ett kritiskt förhållnings-

sätt till forskarens egna handlingar som enligt Elo et al. (2014) är av vikt när det gäller att säkerställa studiens trovärdighet.

Artikel III

Figur 4. Datainsamlingens upplägg och frågor i artikel III

Innehållsanalys (Robson, 2011) av barnens teckningar har använts i Artikel III för att kartlägga vilka och hur många organ barnen gav uttryck för att känna till genom sina teckningar och i sina kommentarer till dessa, samt organens position. Fördelen med innehållsanalys är att den gör det möjligt för både kvalitativa och kvantitativa undersökningar (Merriman & Guerin, 2006). Förutom barnens teckningar har även de deltagande observatörernas anteckningar analyserats.

Ett fåtal teckningar utgör ett bortfall då de saknar förklarande text. I redovisningen av resultatet visas ett representativt urval av nio bilder som har valts ut för att representera olika åldrar, kön, innehållsrika teckningar och teckningar som visar mindre. Teckning 2 har använts på samma sätt som Teckning 1 (se Figur 4) gällande innehållsanalys av vilka organ barnen ritat men även i en jämförande analys av teckning 1 och 2 gällande kontextens inverkan på om barnen ritat kopplingar mellan organen. I teckning 2 fick barnen till uppgift att på sin bild beskriva maten och dryckens väg genom kroppen. Denna del (processen) ingår inte i artikeln som enbart fokuserar på barnens föreställningar om hur vi ser ut inuti kroppen ur ett strukturellt perspektiv.

Artikel IV

Figur 5. Datainsamlingens upplägg och uppgift i artikel IV

Innehållsanalys (Robson, 2011) användes för att analysera barnens teckningar som kategoriserades utifrån vilka objekt barnen ritat. Innehållsanalysen användes även för att kartlägga barnens val i den andra uppgiften då de ombads sortera kort med bilder av olika objekt. Den tematiska analysmetoden (Robson, 2011) valdes för att analysera de transkriberade intervjuerna i Artikel IV, eftersom den avser att analysera, identifiera och upptäcka mönster eller teman. Metoden är flexibel genom att den inte är knuten till något teoretiskt ramverk. Denna flexibilitet har lett till att metoden har kritiserats som att 'allt duger' och att det inte finns något uttalande om vad metoden är och hur den ska användas (Braun & Clarke, 2006). I likhet med Hammer och Berland (2014) poängterar Braun och Clarke (2006) vikten av tydlighet kring hur data har analyserats då detta har betydelse när det gäller möjlighet att utvärdera, jämföra och syntetisera studien i förhållande till tidigare forskning. Denna risk har jag beaktat genom en grundlig och väldokumenterad analys samt genom att forskare haft insyn i mina data. Vidare betonar de i likhet med Jalongo och Saracho (2016) betydelsen av att välja en metod som överensstämmer med ens forskningsfrågor.

Den tematiska kodningen utgick ifrån teman från tidigare forskning (Carey, 1985; Venville, 2004; Zogza & Papamichael, 2000) som presenteras nedan.

1. Rörelse/aktivitet
2. Antropomorfiska egenskaper,
3. Jämförelser med människor
4. Beroende av sin omgivning (t.ex. vatten)
5. Biologiska processer som tillväxt och reproduktion
6. Beteende (t.ex. att samla mat),
7. Utseende
8. Att det som lever kan dö
9. Drar slutsatser utifrån egna fakta och erfarenheter
10. Vad objekten består av (t.ex. blod)

Analys och kodning

Gibbs (2013) framhåller att den initiala kodningen av insamlade data påverkas av forskarens inläsning om det aktuella området genom de nyckelfrågor, teman och tolkningar som lyfts fram. Därtill kan detta även yttra sig i hur intervjuer i studier är upplagda eftersom de påverkas av forskarens egna förkunskaper och förtrogenhet inom området. Kodning kan för en del ses som enbart datahantering utan någon analytisk innebörd. För andra utgör en viktig del av den analytiska processen då kodningen kan innefatta mycket tankearbete kring hur resultaten ska beskrivas och användas. Den initiala kodningen ger en inledande förståelse av data (Gibbs, 2013). Synen på kodning är även något som Hammer och Berland (2014) diskuterar. De ifrågasätter gängse redogörelser gällande analysen i kvalitativ forskning där de hävdar att det råder en otydlighet gällande gränsdragningen kring vad som är data och vad som är påstådda resultat. Dessutom framhåller de att vid utveckling av kodningsscheman krävs att forskaren tydligt beskriver hur kategorierna definieras för att möjliggöra för andra att tolka och känna igen dem i data. Kodningsschemat utgör i sig ett resultat där detaljer och svårigheter som möts under dess utveckling är av intresse för läsaren. Vidare menar de att det är av vikt att beskriva hur data har konstruerats som en del av att stödja påståenden kring det fenomen som studerats. Om man gör anspråk på att kodningsschemat är meningsfullt och en produktiv struktur för att analysera data måste det finnas empiriskt stöd för detta i kvalitativa data. I artiklarna görs detta genom att presentera bilder och excerpt som möjliggör för läsaren att ta del av vad som skett och en möjlighet att instämma eller ta avstånd från analysen. Slutligen framhåller Hammer

och Berland (2014) att det är av vikt att i presentationen beskriva de begränsningar och de gränsfall som dykt upp för att förmedla svagheterna i metoden och låta exemplen även visa komplexiteten i de applicerade koderna.

Kriterier för urval av typexempel till artiklarnas data-mängd

I kvalitativa studier blir det viktigt att i resultatredovisningen sträva efter att visa ett representativt urval av exempelvis teckningar och intervju-citat. Urvalet ska belysa flera av deltagarna och ej endast representera en eller få individer då detta kan ge ett intryck av att forskaren väljer de mest exceptionella citaten – 'cherry-picking' (Goldberg & Allen, 2015). I föreliggande studier har vi försökt tänka på att redovisa ett representativt urval. I Artikel I och II grundade sig urvalet av teckningar och citat på de som speglade de olika kriterierna i Gentners (1983) *Structure mapping theory* (endast utseende, litterär likhet, analogi, abstraktion eller anomal). När det gällde analogier valdes exempel från de få barn som lyckades med ett analogiskt resonemang och som upptäcktes i den sociala kontexten. Därav blev det en liten variation gällande individer. Urval av citat och bilder gjordes på liknande sätt i Artikel II där avsikten var att med citaten visa på barnens föreställningar utifrån tidigare funna kategorier inom områdena blandningar och värme och även utifrån barnens förklaringar till sina teckningar. I Artikel III gjordes detta genom att välja ut bilder som representerade olika åldrar, kön, innehållsrika teckningar och teckningar som visar mindre. I Artikel IV valdes representativa teckningar och citat för att ge en innehållsrik bild av barnens föreställningar och deras kriterier för levande/inte levande som stod i fokus vid urvalsprocessen.

Intervjuer och samtal med barn

The greatest enemies of the clinical method are those who unduly simplify the results of an interrogatory, those who either accept every answer the child makes as pure gold or those on the other hand who class all a dross (Piaget, 1929/1989, s.9).

diSessa (2002) förespråkar den kliniska intervjun och menar att denna typ av intervju 1) möjliggör att repetera episoder som involverar delar som är av intresse att studera 2) möjliggör att upptäcka nyanser i sammanhanget för att undersöka kontextualitet, 3) visar subjektets (barnets) nivåer av engagemang som ges i uttryck av säkerhet eller ambivalens 4) de avslöjar även sättet resonemangen förs som leder till svar, tydlig separation av svar från de idéer de har sitt ursprung i.

Olika typer av svar

Piaget (1929/1989) urskiljer fem olika typer av intervjusvar som grundar sig i de svar som barn har gett under kliniska intervjuer.

- 1) Slumpmässiga svar (answers at random) – barnet visar då ett ointresse för själva frågan och är inte motiverat att svara. Svaren blir slumpmässiga och barnet uttrycker vad som helst som dyker upp i huvudet utan att försöka hitta på ett relevant svar.
- 2) Fantiserande svar (romancing) – barnet svarar utan reflektion och hittar på svar i stunden.
- 3) Antydd övertygelse (suggested conviction) – barnet anstränger sig att svara på frågan men antingen är frågan alltför utmanande eller försöker barnet ge ett svar för att tillgodose forskaren.
- 4) Frigjord övertygelse (liberated conviction) påverkas av intervjuens upplägg genom hur frågorna är formulerade och presenterade för barnet. Frågorna styr barnet att resonera på ett bestämt sätt och att systematisera kunskapen på ett särskilt sätt. Trots detta är det ändå barnets egna tankar som fångas i och med att det resonemang som förs utifrån frågorna är baserat på barnets tidigare kunskaper och inte har påverkats av intervjuaren. Frigjord övertygelse ska dock inte ses som spontan utan som ett resultat av ett resonemang genomfört för att skapa förståelse.
- 5) Spontan övertygelse (spontaneous conviction) innebär att barnet kan ge ett svar genast i och med att svaret redan är formulerat och genomtänkt hos barnet eller att barnet ändå är kapabelt att formulera ett svar. Detta gäller när barnet möter ett känt problem och då svaret är ett resultat av tidigare reflektion. Piaget framhåller att svårigheten här är att bedöma vad som är barnets egna tankar och vad som är ett resultat av undervisning eller annan påverkan från vuxna i omgivningen.

Forskningsetiska principer

Vetenskapsrådet (2011) har sammanställt och utformat forskningsetiska principer och riktlinjer som följts. Samtliga studier har muntligt godkänts av rektorer och lärare. Barnens vårdnadshavare har fått skriftlig information om studiens syfte och genomförande. Barnen har informerats om att deras deltagande är frivilligt och i de studier där det har varit aktuellt (Artikel I, II, och IV) har de även fått ge sitt godkännande till att insamlingen filmades (Appendix 6 utgör ett exempel).

Trovärdighet i kvalitativa studier

Kvalitativ metod handlar om hur man ska karaktärisera något; gestalta något. Ordet härstammar från latinets ”qualitas”, som betyder beskaffenhet, egenskap, sort. Kvalitativ metod är således systematiserad kunskap om hur man går tillväga för att gestalta beskaffenheten hos något (Larsson, 2005, s. 17).

Larsson (2005) tar upp tre generella, övergripande kriterier när det gäller helhetsbedömningen av kvaliteten inom kvalitativa studier. Det första kriteriet benämner han som *perspektivmedvetenhet* vilket innebär en redovisning av det perspektiv som är centralt, för att förstå studiens sammanhang och i vilken kontext som tolkningen ska förstås. Det andra kriteriet, *intern logik*, handlar om samklang mellan forskningsfrågor, datainsamling och analysteknik. Larsson framhåller att förklaringar till både fenomenens natur och motiv för vald forskningsmetod ofta är ofullständiga. Det tredje kriteriet rör *etiskt värde* och innefattar dels studiens deltagare, vilket diskuterats ovan, dels att forskningen ska vara sanningsenlig. Sammanfattningsvis ska forskaren visa omsorg om de som deltagit och även om de som påverkas av forskningens resultat.

Innebördsriktighet är en annan fråga som Larsson anser vara av stor vikt när det gäller kvalitativa studier. Det innebär att urval av exempel måste ge utrymme för analyser som ger rika beskrivningar där variationen i vad deltagarna uttryckt framgår. I de inkluderade studierna i denna avhandling görs detta dels som ett led i analysarbetet, dels i citat och

teckningar i redovisningen av resultatet samt sammanfattningar av vad som framkommit. Innebördsrikedom försvåras dock av kravet på en enkel och kortfattad struktur både i analys av data och i resultatredovisningen.

Att kollektivt bygga teori är centralt inom forskning där det handlar om att producera kunskapistillskott (Larsson, 2005). Kvaliteten handlar här om hur väl man lyckas relatera till tidigare teorier och om de erhållna resultaten förändrar eller ger tillskott till teorin. Detta teoritillskott kan vara av olika art, att bygga vidare på tidigare teorier och på så sätt utveckla dem vidare eller en korrigering av tidigare teori. Jag menar att samtliga artiklar innefattar noggranna redogörelser av tidigare forskning på ett transparent sätt och inte undviker referenser som ligger nära med avsikten att man vill 'vara ensam i terrängen' vilket Larsson menar inte är ovanligt.

Forskningsstudiers kvalitet diskuteras ofta utifrån begreppen validitet och reliabilitet, två begrepp som har sitt ursprung i kvantitativ forskning (Bryman, 2016). Validitet innebär i vilken utsträckning forskaren undersöker det som avses att undersökas och reliabiliteten handlar om hur tillförlitlig eller trovärdig studien är. Kvale (2014) framhåller att det skett en förändring när det gäller verifiering från att tidigare enbart omfatta datainsamlingen till att numera omfatta hela forskningsprocessen. Reliabiliteten har även att göra med tillförlitligheten om studien skulle upprepas (Bryman, 2016). Doverborg och Samuelsson (2000) framhåller att en studies tillförlitlighet beror på kvaliteten i intervjuerna och syftar då på hur väl intervjuaren lyckas följa upp barnens svar och fånga deras tankar. Kvale (2014) anser att diskussioner kring reliabilitet, när det gäller kvalitativa intervjuer, främst handlar om ledande frågor. Vidare hävdar han att om ledande frågor använts på ett omedvetet sätt kan de oavsiktligt påverka svaren och därmed minska reliabiliteten. Detta har beaktats i samtliga studier i och med att analysarbetet har skett med interbedömarreliabilitet. Även om den fjärde studien inte har en uttalad interbedömarreliabilitet så har forskare haft insyn i mina data (teckningar och de transkriberade intervjuerna). Vidare karaktäriseras studierna av transparens både med avseende på hur analysen gått till men även i form av citat och teckningar. Då barnen behövde hjälp i form av *stöd* (scaffolding) (Artikel

I och II) har även detta varit transparent. Mina tidigare erfarenheter av att intervjua barn har gjort mig uppmärksam på faran i att ställa ledande frågor eller 'lägga orden i munnen' på dem.

Alvesson och Sköldberg (2008) understryker att kvalitativ forskning ofta har kritiserats för bristen på generaliserbarhet. I detta sammanhang anser de att det är av vikt att beakta vad som menas med generalisering och framhåller att det är önskvärt att även kvalitativa studier resulterar i en utökning av teorier utifrån empiri som kan appliceras inom ett specifikt område. Denna teoriutveckling kan göras med hjälp av ytterligare empiriska undersökningar eller med stöd i tidigare forskningsresultat. Ingen av de inkluderade studierna har för avsikt att generalisera men samtliga bidrar de till teoriutveckling genom att på ett systematiskt sätt förhålla sig till tidigare forskning.

Sammanfattning av artiklarnas resultat

I detta kapitel presenteras artiklarnas resultat i korthet. För att direkt skapa en överblick av det mest centrala inleds respektive artikel med studiens huvudresultat.

Artikel I: Young Children's Analogical Reasoning in Science Domains

Huvudresultat:

- *Barn kan göra analogiska jämförelser mellan för dem välkända objekt under lärarledd genomgång om analogier i helklass.*
- *Några barn lyckades skapa egna analogier för abstrakta fenomen som de fått uppleva genom experiment.*
- *Dolt i skissartade teckningar förekom analogiska resonemang.*
- *Barns egna teckningar fungerade som ett hjälpmedel för att föra fram och delge ett analogiskt resonemang.*

Denna explorativa studie undersöker barn i första klass (7 – 8 år, N=25) och deras förmåga till analogiskt resonemang och att själva skapa egna analogier för två irreversibla naturvetenskapliga fenomen, blandning och värmeöverföring. Till skillnad från tidigare studier (Piaget et al., 1977/2001) visar studien att de barn som var aktiva i helklassdiskussion kunde göra analogiska jämförelser mellan kända objekt. Detta överensstämmer med Brown (1989) och Goswami (1992), som menar att barn kan resonera analogiskt då ursprungsdomänen är känd för barnen och om de förstår uppgiften. Vidare visade några barn i föreliggande studie att de även kunde komma på egna analogier för de abstrakta fenomen som de i en experimentsituation hade fått erfarenheter av. Studiens upplägg att inleda med en instruktion om analogier i helklass och att sedan i halvklass få dela erfarenheter av experiment om blandning och värmeöverföring samt barnens egna teckningar hjälpte barnen att kunna resonera analogiskt. Under själva tecknandet var flertalet barn upptagna med att göra teckningarna så fina som möjligt (Änggård, 2005) istället för att fokusera på att representera unika idéer. Barnens tecknade analogier hos de barn som lyckades skapa analogier var istället ofta mycket

skissartade vilket enligt Ainsworth (2010) är vanligt då teckningen fungerar som ett redskap för att samla sina tankar. I likhet med Brooks (2009) visar studiens resultat på vikten av att låta barnen verbalt berätta om sina bakomliggande tankar som annars kan vara dolda i skissartade teckningar.

Artikel II: Primary school children's ideas of mixing and of heat as expressed in a classroom setting

Huvudresultat:

- *Barnens föreställningar gällande blandningar var något mer utvecklade än vad som visats i tidigare studier.*
- *Barnens föreställningar gällande värme överensstämde med vad som tidigare rapporterats*
- *Reflektioner kring fördelar och nackdelar med att fånga barnens föreställningar i klassrummet diskuteras.*

Denna studie utgår ifrån samma data som ligger till grund för Artikel I. Syftet med studien är att studera barnens föreställningar inom värme-lära kring de två nyckelbegreppen blandning och värme. Flera studier inom naturvetenskaplig skolforskning har fokuserat på barns förståelse av värmerelaterade fenomen (Albert, 1978; Piaget, 1974). Gemensamt för dessa är att de bygger på intervjuer med eller utan utrustning som används i undervisning. Till skillnad från dessa studier fokuserar föreliggande studie på barnens föreställningar i en social kontext där de uttrycks då de arbetar i små grupper med POE-experiment och när barnen skapar egna analogier. I likhet med Schoultz, Säljö och Wyndhamn (2001) så fungerade barnens upplevda erfarenheter och teckningar som redskap för att delge sina tankar. Resultatet visar att barnen hade något mer utvecklade tankegångar om blandning än vad Piaget och Inhelder (1975) fann. Få barn uttryckte att kulorna inte skulle blanda sig och istället följa ett strukturerat mönster. Den mest framträdande föreställning var att barnen hade en *emergent sannolikhetssyn på blandning*, som innebär att kulorna krockade med varandra och blandade sig. De kunde även samordna kulornas väg och deras slutposition samt tog upp den låga sannolikheten att kulorna skulle återgå till sin ursprungliga plats. Några få barn hade en *sannolikhetssyn av blandning*, som innebar en samordning av vilka vägar som kulorna tog och en förståelse för att

kulorna skulle kunna återgå till ursprungsposition även om det var osannolikt. När det gällde föreställningarna om värme överensstämde dessa i stort med vad Albert (1978) och Piaget och Garcia (1977) fann. Den vanligaste föreställningen var att barnen fokuserade på *varma objekt* när de refererade till olika varma föremål. Dessa föremål kunde i sin tur värma, vilket gjorde att värmeöverföring förklarades som en 'smittsam' handling mellan objekt som var nära varandra.

Artikel III: What's in the Body? Children's Annotated Drawings

Huvudresultat:

- *I jämförelse med senare studier känner barnen till fler organ men antalet överensstämmer i stort med äldre studier. Denna skillnad kan förklaras av studiernas metodologiska upplägg.*
- *Barnen ritar till skillnad från tidigare studier kopplingar mellan organ.*
- *Externa attribut är en vanlig representation bland de yngre barnen.*
- *Kontextualiserade och dekontextualiserade uppgifter påverkar resultatet.*

Denna studie avser att studera barns föreställningar om människokroppens inre struktur. Barn i åldrarna fyra till 13 år (N= 170) fick till uppgift att individuellt och enskilt rita och förklara 1) en teckning om kroppens inre struktur (teckning 1) och därefter 2) rita vägen för mat och dryck genom kroppen (teckning 2), för en deltagande observatör. Under eller i anslutning till tecknandet förklarade barnen sin teckning för observatören. Barnen skrev antingen själva kommentarer till vad de ritat, eller om de inte kunde eller ville, hjälpte observatören till med detta. När det gäller antalet organ och vilka organ barnen kände till överensstämmer resultaten med vad äldre forskning funnit (Eiser & Patterson, 1983; Gellert, 1962; Glaun & Rosenthal, 1987), men skiljer sig när det gäller nyare studier (Dempster & Stears, 2014; Óskarsdóttir et al., 2011; Reiss & Tunnicliffe, 2001). Tidigare studiers resultat om organens placeringen har varit otydliga. Resultatet i denna studie presenterar en tydligare bild och visar att barnen oavsett ålder placerade de flesta organ i princip korrekt. I några fall hade de endast med en lunga och ibland

kom magsäcken och tarmarna i fel ordning. Till skillnad från tidigare studier visade barnens teckningar på kopplingar mellan organen. Detta kan delvis förklaras med att de i teckning 2 blev ombedda att rita matens och dryckens väg, vilket gjorde att uppgiften sattes i en kontext. Att organen i kroppen har ett samband med varandra var även något de uttryckte i sina kommentarer i de båda teckningarna. Vidare gav barnens egna kommentarer nya förklaringar till vad man tidigare har funnit i barns teckningar om att rita hjärtat som en stiliserad symbol för ett hjärta (Crider, 1981; Garcia-Barros, Martínez-Losada & Garrido 2011). I vår studie var en vanligt förekommande förklaring till hjärtformen att det var en symbol för hjärtat och att de var medvetna om att ett mänskligt hjärta egentligen inte såg ut så. De äldre barnen förklarade även användande av externa attribut och uttryckte då att de upplevde en svårighet med att skilja på utanpå och inuti. Till exempel ögonen är både utanpå och inuti i och med att de är sammankopplade med hjärnan via synnerven. I artikeln förs slutligen ett resonemang kring hur barns teckningar kan tolkas och hur detta kan användas i undervisning och lärande.

Artikel IV: Exploring Children's Ideas of 'Living' and 'Non-living' through Drawing, Sorting Picture Cards and Dialogue

Huvudresultat:

- *Några barn ritade att det som inte lever tidigare har levt.*
- *Barn som är medvetna om mikroskopiska objekt klassificerar dem som levande.*
- *Barnens förklaringar visar en osäkerhet kring om växter lever eller inte.*
- *En majoritet av barnen talar om död som en motsats till liv.*

En förståelse av begreppet 'liv' och vad som karaktäriserar det som lever är en viktig grund för lärande inom biologi. Denna förståelse kan hjälpa barn att utveckla respekt och ansvarstagande för det som lever. Syfte med studien är att undersöka 5–6-åringars representationer och deras samtal kring vad som lever och vad som inte lever. Barns föreställningar om 'liv' är tidigare beforskade (Carey, 1985; Leddon, Waxman & Medin, 2008; Piaget, 1929/1989; Zogza & Papamichael, 2000) och där har det

bland annat framkommit att barn inte inkluderar växter som levande (Carey, 1985; Opfer & Siegler, 2004; Piaget, 1929/1989; Topsakal, 2010). Vidare anser vissa barn att t.ex. solen, molnen och stenar lever (Piaget, 1929/1989). De metoder som har använts är ofta kvantitativa där barnen har fått sortera bildkort föreställande olika saker i två högar, levande/inte levande. I denna studie används en modifierad metod där barnens egna teckningar utgör utgångspunkten för vad de anser vara levande och inte levande. Barnens teckningar och deras förklaringar till dessa utgör en del av resultatet. I den fortsatta intervjun används bildkort liknande de som använts i tidigare forskning som utgångspunkt för samtal. Bildkorten sorteras av barnen och de uppmanas att förklara hur de tänker kring denna sortering. Teckningarna och bildkorten utgör meningsskapande verktyg för barnen. Resultaten kopplat till barnens teckningar visar att en del barn tyckte det var svårt att komma på att rita objekt som inte lever och ritar endast objekt som tidigare levit. Barnes teckningar visade även att de hade takar kring vad som är verklighet och fantasi, som exempelvis zombies, monster och mumier. Ett resultat som är långt från ett vetenskapligt men som visar på barnens intuitiva föreställningar. Dessa två resultat överensstämmer med vad Carey (1985) fann i sina intervjuer, som i likhet med denna studie, inleddes med en öppen fråga. Resultatet från bildkortssorteringsuppgiften visar till skillnad mot Piaget (1929/1989) men i likhet med Gelman, Spelke och Meck (1983) att inget barn inkluderar stenar som levande. Däremot visar nästan hälften av barnen i likhet med Piaget (1929/1989) en osäkerhet om solen, elden och havet lever, vilket kan förklaras av kriteriet att levande objekt rör sig (Piaget 1929/1989). En förklaring till att barnen inkluderar elden som levande kan kopplas till språkliga uttryck (Leddons et al., 2008) där vi i vardagen uttrycker 'var försiktig med de levande ljusen/levande elden'. Vidare visade resultatet att de barn som kände till bakterier och celler ansåg att de var levande. Genomgående under intervjuerna tog barnen upp död som en motsats till liv. Barnens föreställningar om växter bekräftade tidigare studier (Carey, 1985; Martínez-Losada et al., 2014; Opfer & Siegler, 2004) men visar även på inkonsekventa svar. När det gäller barnens kriterier för vad som lever/inte lever var rörelsekriteriet i likhet med tidigare studier det mest använda. Detta var i likhet med Zogza och Papamichael (2000) inte det enda kriteriet, vilket Carey (1985) kritiserat Piaget för då hon menar att han har gett en förenklad

Kapitel 4

bild. Samtliga barn i studien gav kriterier som går att koppla till naturvetenskapliga kriterier som 'livscyklar och utveckling,' och 'livsuppehållande behov'.

Diskussion

Syftet med denna avhandling är att med utgångspunkt i barns teckningar och samtal kring dem utveckla kunskap om barns föreställningar om olika fenomen i naturen; värme, blandning, människokroppen och levande/inte levande. I detta kapitel diskuteras de två övergripande forskningsfrågorna i relation till presenterade teorier och resultaten från de fyra studierna.

Resultatdiskussion

Utgångspunkten, att jämföra barns föreställningar med vuxnas, eller till och med vetenskapsmäns förklaringar är orimlig eftersom deras erfarenheter ser helt annorlunda ut. Däremot är det intressant att studera barns föreställningar för att upptäcka deras kunskaper och följa deras begrepps-bildning. Barns föreställningar är till en början emergenta eller intuitiva. Det är av stor vikt att de får öva och pröva sin förståelse av naturvetenskapliga fenomen med hjälp av vuxna i sin omgivning för att med tiden inse innebörden i olika begrepp. Att ta reda på barns föreställningar är dock inte trivialt. Det är av vikt att diskutera hur man gör detta och hur resultaten kan tolkas. Detta är syftet med denna avhandling.

Samtliga studier som ingår i avhandlingen visar att barn redan i tidig ålder har många föreställningar om naturvetenskap. Hur de väljer att samarbeta och lösa givna uppgifter beror på i vilket socialsemiotiskt sammanhang de befinner sig i när frågorna ställs (Kress, 2000). Lösningarna beror då på vem som frågar, hur frågan formuleras och i vilken kontext den ställs. Vilka uttrycksmedel barnen har till hands, vilken tid de har på sig och om de är villiga att medverka och får möjlighet att utveckla sina resonemang är också betydelsefullt.

Att tidigt få möjlighet att skapa sig erfarenheter och utveckla sin förståelse inom naturvetenskap stöds av flera forskare (Larsson, 2016) och även i nuvarande läroplaner för förskolan (Skolverket, 2018a) och grundskolan (Skolverket, 2018b). Införandet av mer naturvetenskapligt

innehåll i förskolan ger möjlighet att skapa nyfikenhet och främja lärandet.

Barns föreställningar om abstrakta och osynliga fenomen

Avhandlingens studier stödjer meningsfullheten i att börja med naturvetenskap tidigt och går samtidigt, i viss mån, emot vad tidigare forskning visat (Piaget, 1929/1989). I studierna av värme och blandning (artikel I och II) kunde vi exempelvis visa att barn, så unga som 7–8 år, kan göra analogiska jämförelser mellan objekt som de känner till i en helklassdiskussion. Några av barnen kunde till och med komma på egna analogier för abstrakta fenomen som de i en experimentsituation hade fått erfarenheter av. Detta överensstämmer med vad Brown (1989) och Goswami (1992) fann. Artikel I och II verifierade också att barnens syn på blandning i allmänhet var emergent. Några få kunde dock resonera om den låga sannolikheten för en reversibel blandningsprocess.

Studierna stödjer Vygotskys (1986) teorier som framhåller att barn inte nödvändigtvis följer en åldersmässigt styrd begreppsutveckling utan snarare att begreppsliga förändringar sker kontinuerligt och att denna process börjar tidigt. En illustration på en sådan transformation (Kress, 2000) visas i nedanstående citat från intervjun i Artikel IV om vad som är levande/inte levande. Här resonerar Walter om bildkortet som föreställer bakterier.

B: Bakterier, dom lever OCH finns inte, för att dom kan man inte se och det är det som gör att dom inte finns men, och för det andra är att dom kan smitta, flera av dom här sjukdomarna

I: Mmm, men om dom inte finns, hur kan dom smitta då?

B: För att dom är osynliga. Människor pratar inte så mycket om att dom lever, dom syns inte

I: Mmm, lever dom eller lever dom inte?

B: Dom lever OCH finns inte på samma gång. För att dom syns inte! (Walter, 6år)

I citatet ser vi hur Walter brottas med frågan om att både kunna leva och inte synas. Detta blir ännu mer komplicerat för de barn som anser att rörelse är ett kriterium för att något lever. Under intervjun resonerar

Walter för att skapa förståelse. Venville (2004) uttrycker liknande tankar och beskriver sådana föreställningar som ett exempel på en övergångsfas mot ökad och mer stabil förståelse.

Ytterligare intressanta resultat är de exempel som finns i artikel III där barnen, till skillnad från tidigare studier (Dempster and Stears 2014; Reiss and Tunnicliffe 2001; Reiss et al. 2002; Oskarsdottir et al. 2011), ritade kopplingar mellan olika organ (Teckning 1) och att kopplingarna ökade då uppgiften sattes i en kontext, 'rita matens och dryckens väg genom kroppen' (Teckning 2). Kontexten hade störst betydelse för de yngsta barnen. Detta tyder på att även små barn kan förstå sammanhang trots att de inte kan se dem.

Sammantaget visar artiklarnas resultat att barns föreställningar utvecklas redan vid tidig ålder. Detta uttrycks enligt diSessa (2002) som intuitiva föreställningar som han benämner som en samling p-primitiver och Carey (2009) som intuitiva teorier. Vissa intuitiva föreställningar kan vara svåra att förändra vilket då grundar sig i att den naturvetenskapliga förklaringen inte överensstämmer med det som barnet upplever som mest logiskt. Barn, liksom Posner et al. (1982) och deras högskolestudenter, vill ha övertygande motiv för att ändra sina föreställningar och inse att de kan överensstämma med deras egna erfarenheter. Att barnens resone-mang visar att deras föreställningar inte kan ses som fasta och svårförändr-liga utan snarare genomgår en kontinuerlig transformation speglas i Julias tankar när hon sorterar bilder och förklarar vad som lever/inte le-ver. Bilden föreställer ett kalt träd som har tappat sina löv men står på grönt gräs.

B: Jo, gräset lever men det gör inte trädet.

I: Mmm. Men förut sa du, jag tror (letar i högen för inte levande och finner bildkortet på gräset), så sa du att gräset inte lever? Hur tänker du nu då?

B: Ehh, gräset lever faktiskt.

I: Jaa. Varför säger du så nu då?

B: Jo, för att nu fattar jag. Om det är något grönt som ska vara grönt då lever det.

I: Okej.

B: Men om något inte är grönt som ska vara grönt så är det dött.

I: Så träden om hösten när dom har tappat sina blad ...

B: Jaa, då är dom döda. Men gräset är bra, det lever. (pekar på bildkortet med höstträdet utan löv med det gröna gräset under) (Julia, 5 år)

Olika dimensioner av naturvetenskap

Naturvetenskap handlar både om att lära sig strukturell och processuell kunskap. I Figur 6 visas hur de olika fenomenen inom naturvetenskap som studerats och diskuterats i avhandlingens artiklar befinner sig på olika abstraktionsnivåer, berör strukturell kunskap eller är delar av en process. Förståelsen av värme omfattar flera aspekter: den är abstrakt, osynlig, upplevs via känseln och är en process. Blandningar är ett mellanling som kan uppfattas som konkret, som i artikel I och II i själva POE-experimentet, även om det finns bakomliggande osynliga processer. Människokroppens struktur som är fokus i artikel III är konkret så till vida att den är synlig genom att den finns avbildad i form av bilder och även kan upplevas med våra sinnen. Artikel IV, levande/inte levande är mer svårplacerad i figuren då liv är en process som är konkret, abstrakt, osynlig och synlig och placeras därför i mitten av figuren.

Figur 6. Visualisering av studiernas relation till process/struktur, det konkreta/abstrakta, synliga/osynliga

Bilder som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet

Van Meter och Garner (2005) menar att när barn ombeds rita skapar de en intern representation där aktuella föreställningar som rör representationen aktiveras. Dessa aktiverade bilder ger sedan upphov till upplevda bilder. Den externa teckningen är ett försök att på papper skildra den internt upplevda bilden, det vill säga en ögonblicksbild av barnens förståelse.

Ur ett lärandeperspektiv betonar Van Meter och Garner (2005) betydelsen av att ge barn stöd i tecknandet för att det ska fungera så effektivt som möjligt och jag menar att detta även är av vikt då teckningar används som data inom forskningen. Detta stöd kan yttra sig på olika sätt, till exempel en teckningsinstruktion som ger en riktning hur barnet ska lösa uppgiften. I artikel III är de två ritinstruktionerna som barnen fick i Teckning 1 och 2 exempel på detta.

Gemensamt för de fyra studierna som genomförts i avhandlingen är teckningar som barnen själva genererar. Dock har de använts lite olika. I artikel I, II och IV har barnen ritat på ett blankt papper. Även här skiljer sig uppgiften. I artikel I och II skulle barnen generera analogier om processer, medan i artikel IV skulle de rita vad som var levande respektive inte levande. I artikel III var en kroppskontur given och de ombads att rita inre organ.

I artikel I och II efterfrågas barnens förklaringar till osynliga (abstrakta) begrepp, blandning och värme, och i artikel IV något mycket komplext, vad som är levande/inte levande. I artikel III är frågeställningen mer konkret om än osynlig. De olika typerna av teckningar ställer olika krav på barnen. I artikel I och II gäller det att tänka analogiskt om en process, och i artikel III strukturellt om hur kroppens organ är organiserade. I artikel IV gäller det snarare att tänka kategoriskt. Gemensamt i alla artiklarna och i likhet med Brooks (2009) är betydelsen av att barn ges möjlighet att förklara sina teckningar och sina bakomliggande tankar som annars döljs av ibland skissartade teckningar.

I artikel IV används både barnens egna teckningar och bildkort som diskussionsunderlag. Korten ger nya infallsvinklar på resonemanget

och riktar barnens intresse mot det som korten avbildar. Bildkorten vidgar samtalet till att inkludera annat än det barnen hade ritat och de uttryckte i och med detta fler föreställningar om kriterier för det som lever/inte lever som i exemplet med bakterier (Walters citat ovan). Då bildkorten används är det viktigt att tänka på att valet av bildkort har en inverkan på vad barnen talar om. Metodens påverkan på resultatet är något som Gouvea och Simon (2018) diskuterar. De menar att olika sätt att ta reda på barns föreställningar ger olika resultat. Öppna frågor, som i artikel III motsvaras av barnens teckningar och förklaringar, ger resultat som speglar de mest vanliga föreställningarna hos barnen. En svaghet är då att de föreställningar som barnen inte väljer att representera förblir osynliga. Detta menar jag vägs upp i studie IV där barnen även fick sortera kort som vidgade deras resonemang.

Metoddiskussion

I detta avsnitt diskuteras forskningsfrågan om vilka metodologiska förutsättningar och utmaningar det finns när det gäller att använda teckningar som utgångspunkt.

Kan en teckning ge full täckning?

Utifrån de resultat som erhållits av att använda teckningar i avhandlingens studier menar jag att teckningar utgör ett värdefullt redskap för att fånga barns föreställningar. Däremot vänder jag mig mot idén att endast be barn rita utan att de får möjlighet att förklara sin teckning. Betydelsen av barns egna förklaringar förordades redan av Glaun och Rosenthal (1987) och har på senare tid fått stöd av andra forskare (Brooks, 2009; Ehrlén, 2009). Risken med att enbart utgå från barnens teckningar är att forskaren gör sina egna tolkningar av vad teckningarna betyder och sedan drar slutsatser om detta. Ett exempel på detta är Reiss och Tunnicliffes (2001) påstående att barn i allmänhet inte förstår att organ i kroppen är kopplade till varandra. Ett exempel på tolkningar där samtal om bilderna hindrade missförstånd är Brooks tidigare nämnda exempel på en flicka som ritade ett grodyngel med ögonen på skaft.

Det finns flera fördelar med att använda sig av barns teckningar. För de yngre barnen som ännu inte lärt sig läsa och skriva utgör

teckningarna ytterligare ett språk som de oftast tycker sig behärska. Vidare gör kombinationen att rita och muntligt förklara att barnen under teckningsprocessen först får möjlighet att samla sina tankar. Att de dessutom muntligt får förklara sin teckning gör ofta att de kompletterar med mer information vilket ger en tydligare bild av hur de tänker. Därtill kan teckningarna även stärka barnens subjektivitet genom att själva välja vad de vill uttrycka inom ramen för uppgiften.

De nackdelar jag upplevt med att använda teckningar är att barnen under datainsamlingen valt att inte rita en del saker då de upplever det som svårt. Detta har en inverkan på resultatet i jämförelse med att endast uttrycka sig via tal. Eftersom barnen i denna studie gavs möjlighet att förklara vad de ritat blev dessa problem synliga och kunde kompletteras i vårt samtal. Vidare vill jag betona att det är väsentligt att beakta teckningarnas olikheter och att dessa dels bottnar i barnens förmåga att uttrycka sig med hjälp av en teckning, dels i de kunskaper barnen besitter. I det sammanhanget blir det återigen svårt ta reda på föreställningar enbart utifrån teckningar, eftersom teckningar av otydlig kvalitet kan innebära att felaktiga slutsatser dras om barnets föreställningar. Därtill är det viktigt att respektera att alla barn inte vill rita.

Användandet av teckningar har sett lite olika ut i avhandlingens studier. När det gällde representationerna av värme och blandning fick barnen vid det andra datainsamlingstillfället hjälp av mallar i utformandet av de två processerna, något som förespråkas av van Meter och Garner (2005). Tanken var att denna hjälp skulle underlätta för barnen att reflektera över de två processerna de erfarit genom POE-experimenten. Även i studien om människokroppen fick barnen stöd i form av en siluett, som Granklint Enochson, Redfors, Dempster och Tibell (2015) använde i sina studier med äldre barn. I studien om barns föreställningar om levande/inte levande fick barnen till en början inte någon hjälp men pappren var indelade i sex rutor som styrde mängden objekt de förväntades rita. Efter att barnen hade ritat fick de sortera bildkort föreställande olika objekt, där korten, som ovan nämnts, vidgade samtalet till att inkludera annat än det de hade ritat. Avslutningsvis är det viktigt att oavsett inriktning i en studie nog överväga vad det är man vill komma åt och ge barnen den hjälp de

kan tänkas behöva. Teckningar kan inte användas som en metodisk universallösning.

När det gäller artikel III visar resultaten att då barnen ritade mötte de flera rittekniska problem vid sidan av den naturvetenskapliga uppgiften. Den ena svårigheten låg i att överföra den tredimensionella människokroppen till två dimensioner (Cox, 1992). Andra svårigheter handlar om att kroppens organ, skelett, muskler och vävnader ligger ovanpå varandra. Systemens komplexitet, till exempel att rita ett komplett blod- eller skelettsystem, är ytterligare en utmaning. Barn i olika åldrar löste ofta dessa rittekniska problem på ett mycket kreativt sätt i kombination med deras muntliga/skriftliga kommentarer. I deras teckningar använder de strategier för att till exempel rita det som ligger dolt i form av röntgenbilder (transparency/x-ray drawings) (Andersson, 1995; Fenson, 1985; Golomb, 2003).

Att få plats med allt som finns inuti människokroppen utgjorde ytterligare ett problem. Att en del barn löste utrymmesproblemet genom att göra en detaljerad bild på något som förekommer i hela kroppen endast på en liten del, till exempel skelettet, visar på kreativitet och motivation att visa så mycket som möjligt (Kress, 1997). Att pröva sig fram på detta sätt innebär att de reflekterar över kroppen som system och försöker minnas vad de vet om den. Genom att rita utforskar de och samordnar sina tankar (Ainsworth et al., 2011; Latham & Ewing, 2018). Därtill visar de ovan nämnda rittekniska problemen att avsaknaden av organ i barnens teckningar inte enbart ska kopplas till en brist på kunskap utan kan kopplas till illustrationsproblem. Avslutningsvis belyses flera av de aspekter som här diskuteras i Figur 7, där en pojke (8 år) ritat sin bild av hur vi ser ut inuti kroppen.

Figur 7. Rittekniska lösningar

Intervjuer som metod för att fånga barns föreställningar

Många studier som avser att undersöka barns föreställningar använder intervjun som metod. Säljö, Schoultz och Wyndhamn (1999) ställer sig kritiska till om de svar som erhålls motsvarar barnens föreställningar och uppmanar till försiktighet när det gäller vilka slutsatser som kan dras. Vidare ställer de sig frågande till om det går att utläsa barns tankar, begreppsuppfattning eller förståelse utifrån vad de säger under en intervju. Istället menar de att det man erhåller är hur barn talar och resonerar. Dessa åsikter diskuteras redan av Piaget (1929/1989) i hans urskiljning av de fem olika typerna av föreställningar; slumpmässiga svar, fantiserande svar, antydd och frigiord övertygelse och spontan övertygelse. Jag delar deras åsikt om att det kan vara svårt att avgöra om barnens svar är något de ger uttryck för i stunden och hur pass genomtänkta svar som

erhålls. Därtill är det av vikt att beakta att frågorna som ställs kan vara något barn själva aldrig funderat över. Frågan man då kan ställa sig är hur genomtänkta svar man får och om detta utgör fasta och varaktiga föreställningar. Med detta sagt anser jag inte att det är ointressant att studera föreställningar genom intervjuer.

Avhandlingens samtliga studier avser att fånga barns föreställningar med så lite påverkan som möjligt, även om både studie I och II inleddes med en introduktion och att barnen fick stöttning. I och med detta korrigeras inte barnens uttryckta föreställningar under intervjuerna som exempelvis att växter lever, vilket i sin tur kan leda till att barnen anser att deras antaganden är korrekta. Detta är ett problem med metoden. Å andra sidan framhåller Mercer (1995) att en passiv roll hos den vuxne kan uppmuntra barnet att ta en mer aktiv roll i sin beskrivning av sina föreställningar.

Den multimodala ansatsen

Säljö m fl. (1999) är som ovan framgått kritiska till att enbart använda språket som medel för att ta del av hur barn tänker. De framhåller vidare vikten av att ha tillgång till ett redskap, t.ex. en artefakt som fungerande tankestötta och som hjälp för barn att kommunicera och resonera. Användandet av en artefakt ger mer utvecklade svar som innehåller mer avancerade termer i jämförelse med barn utan någon artefakt. I studie I och II var det medvetna val att artefakterna, kulorna och stekpannan på spisen, skulle fungera som tankestötter. Samma funktion hade barnens egna teckningar, i avhandlingens samtliga studier, där de förutom talet erbjöd ytterligare ett redskap som kunde hjälpa barnen att uttrycka, samla och strukturera tankar. Dessutom kan möjligheten att få tänka i flera modaliteter stärka minnet av upplevelsen (Kress, 2000). Genom att använda multimodala redskap ges både visuellt och verbalt lagda barn möjlighet att bli tillgodosedda och komma till tals.

Studiernas kontext

Kontextbundna vs. dekontextualiserade studier

Studierna skiljer sig åt när det gäller om uppgiften barnen får presenteras i en kontext eller inte. Artikel I och II är kontextbundna i och med att barnen fick en gemensam erfarenhet i form av genomgången i helklass

om vad en analogi är och POE-experiment som de sedan skulle sammanfatta på en mall och därefter skapa analogier om. Resultatet i artikel III bygger till största delen på en dekontextualiserad uppgift, 'rita vad som finns inuti kroppen', men vid samma tillfälle ombads barnen även att rita, 'maten och dryckens väg genom kroppen', vilket satte uppgiften i en kontext. En jämförelse mellan de båda uppgifterna visade att mängden kopplingar mellan organen ökade då uppgiften var i en kontext. Detta visar att både kontexten och hur uppgiften till barnen är formulerad påverkar resultatet. Att barnen inte ritar något behöver således inte enbart kopplas till brist på kunskap. Artikel IV som handlar om levande/inte levande utgjorde bildkorten en kontext.

Det individuella barnet vs. barnet i ett socialt sammanhang

De fyra artiklarnas metoder går att dela upp utifrån två perspektiv där Artikel I och II representerar ett socialt perspektiv och Artikel III och IV har ett mer individinriktat perspektiv även om samtalet i dessa studier också innebär ett socialt möte.

Tabell 3. En jämförelse mellan ett individuellt och ett socialt upplägg

Individuellt/enskilt	Socialt
Konstruktivismen	Socialkonstruktivism
Individens tankar	Gruppens tankar i dialog
Flera tankar fångas på individnivå	Tankar fångade på gruppnivå. Den/de som för gruppens talan blir synliga Antalet kan bli fler om många får tillfälle att bidra eller färre om någon individ gör sig till tolk för de övriga
Positiv upplevelse: Egen tid med vuxen	Positiv upplevelse: trygg, verklighets nära, naturlig kontext
Negativt: olustig, otrygg, ensam, maktobalans.	Negativt: kopplar av och känner att hon/han inte behöver bidra.

Den individuella intervjun lyfts ofta fram som en negativ upplevelse, exempelvis framhåller Schoultz et al. (2001) att det föreligger en maktobalans mellan barnet och den vuxne där barnet vill vara den vuxne till lags. Jag menar att på samma sätt som det finns barn som känner sig

obekväma i intervjusituationen finns det även barn som uppskattar att sitta ensam med en vuxen och få total uppmärksamhet. Vidare anser jag att då barnen uttryckte 'vet ej' är detta ett tecken på ett tillåtande klimat där de vågade säga att de inte visste.

Avhandlingens bidrag till forskningsfältet

Denna avhandling bidrar med kunskap till forskningsfältet inom lärande om naturvetenskap genom att ge en djupare förståelse för hur barn förstår världen inom områdena: värme, blandning, människokroppen och vad som är levande/inte levande. I korthet visar resultaten att barns föreställningar om blandningar var något mer utvecklade än vad som visats i tidigare studier, medan deras föreställningar gällande värme överensstämde med vad som tidigare rapporterats. Barnen känner till fler organ i människokroppen och visar, till skillnad från vad som framkommit i tidigare forskning, förmåga att rita kopplingar mellan organen. När det gäller vad som är levande/inte levande talar en majoritet av barnen om död som en motsats till liv och några ritade att det som inte lever tidigare har levt. Barn som är medvetna om mikroskopiska objekt klassificerar dem som levande. Förklaringarna visar på en inkonsekvens i deras resonemang om växter lever eller inte.

Avhandlingen bidrar metodologiskt genom att belysa och använda multimodala metoder för att fånga barns föreställningar och delge analogiska resonemang. Det framkom att barns föreställningar med fördel fångas genom deras egna teckningar tillsammans med deras förklaringar till dessa. Teckningarna fungerar även som hjälpmedel för att föra fram olika tankegångar. Dessa slutsatser ger stöd åt ovan nämnda resonemang av att använda artefakter av olika slag vid intervjuer med barn om deras föreställningar. Förutom teckningarnas bidrag till studierna diskuteras skillnaden mellan kontextualiserade och dekontextualiserade uppgifter, relationen mellan det abstrakta och det konkreta samt om uppgiftens fokus är på struktur eller process.

Avhandlingens bidrag till skolan

Avhandlingen visar på betydelsen av barns föreställningar och resonemang inom fysik och biologi och hur man kan fånga detta genom att

multimodala metoder. Denna kunskap är betydelsefull för verksamma och blivande lärare. Kännedom om hur barn tänker gör det möjligt att ta tillvara deras tankar och möta dem där de är och tillsammans utmana och utveckla deras lärande.

De ovan nämnda fyra områdena värme, blandning, människokroppen och vad som är levande/inte levande och deras olika beskaffenhet som abstrakt och konkret representerar varierande svårigheter att beakta i lärandet inom naturvetenskap. Detta är en del av de utmaningar lärare möter i sin undervisning. Inom traditionell undervisning är vikten av att konkretisera rådande. Biologiämnet har länge utgjort det område som fått mest utrymme i läroplaner för skolans lägre år. Detta har troligtvis att göra med biologiämnets natur med fler möjligheter att göra konkreta iakttagelser. Att få möjlighet att göra konkreta erfarenheter är enligt Marton och Pang (2006) av vikt och de framhåller i likhet med flera forskare att barn som i ett inledande skede har vaga uppfattningar kan utveckla dessa genom lärsituationer som hjälper dem att uppmärksamma och urskilja olika drag. Simons och Keil (1995) föreslår att det konkreta inte alltid behöver vara en given utgångspunkt. De menar istället att förståelsen även kan gagnas av abstrakta resonemang. Detta stöds vidare av Gelman och Wellman (1991) som fann att redan 4-åringar kan förstå fenomen de inte kan se. Avslutningsvis summerar Helldén, Högström, Jonsson, Karlefors, och Vikström (2010) betydelsefulla tankar kring undervisning i naturvetenskap och lärarens roll.

Naturvetenskaplig undervisning handlar inte bara om att få kunskaper i naturvetenskap, utan lika mycket om kunskaper om naturvetenskap, det vill säga om hur kunskap växer fram, och om att använda sina kunskaper. Barn kan alltså söka sin kunskap själva, men att begära att de likt vetenskapsmän på egen hand ska erövra naturvetenskapens värld är naturligtvis inte rimligt. För att barn ska få tillgång till det naturvetenskapliga kulturarvet spelar därför skolan och lärarna en viktig roll (Helldén et al., 2010, s. 31).

Fortsatt forskning

Van Meter och Garner (2005), Ainsworth et al. (2011) och Kress (2000) lyfter behovet av att systematiskt studera hur barns teckningar kan användas i praktiken. Vidare framhåller de ett behov av att identifiera till vilka uppgifter och när teckningar är mest lämpade att använda.

Jag menar att det är av intresse att studera hur barn representerar naturvetenskapliga processer i jämförelse med att representera strukturell kunskap. Processer och strukturer kräver både olika ämneskunskaper och färdigheter när det gäller att representeras dem i en teckning. En struktur är ofta en bild som går att 'frysa' medan en process däremot är ett skeende. Metodologiskt är det intressant då svårigheten ökar då en process ska analyseras. Det vore även intressant att studera hur barn i olika åldrar avbildar konkreta och abstrakta naturvetenskapliga fenomen.

Ett annat område skulle kunna innefatta att studera hur barn med hjälp av sina egna teckningar utvecklar förmågor att observera, att se detaljer och egenskaper. Eftersom detta enligt Van Meter och Garner (2005) antas främja lärandet.

Vidare vore det intressant att i likhet med Gallas (1995) utgå från barnens frågor inom naturvetenskap för att med utgångspunkt i dessa ta reda på deras föreställningar och även vad som intresserar dem. Ett sådant forskningsintresse skulle kunna ge nya kunskaper om barns erfarenheter och använda dem för att öka motivationen att lära mer om naturvetenskap.

Avslutningsvis, med koppling till barns frågor, ett talande citat från Kyle som kom in på ett stickspår under vårt samtal om vad som lever och inte lever.

B: Men att jag tänkte, jordklotet är i rymden... Men vi är ju... men det är ju högt uppe och vi är ju ...

I: Här nere, jaa .. Men rymden är ju runt om kring oss liksom, eller hur? Jordklotet är i rymden.

B: Men då bor vi... då är vi i luften

I: Jaaa, det är vi kan man säga.

B: Fast om vi var på marken ... och att... det måste finnas något... annars måste det finnas något som håller upp jordklotet?

I: Jaaa, det är en klok tanke, jaaa. Att det bara kan sväva runt sådär?

B: Men vi är på jordklotet nu

I: Jaa, vi är på jordklotet. Men jordklotet går i en bana runt solen. Det cirkulerar runt solen så här (visar med händerna)

B: Jaa, men att om man hoppar in i solen då dör man, det är för varmt. (Kyle, 6 år)

English summary

Introduction

The overall aim of the present thesis is to contribute to the knowledge development within science education. This was done by investigating 4-13-year-old children's conceptions of phenomena in natural science within four areas: heat, mixing, the human body and what is living/non-living. The included articles are based on children's perspectives and the conceptions they express, that is, children's perspectives on how they make sense of science. Equally important is the methodological approach to use children's drawings in combination with their own explanations to capture their conceptions.

Children's conceptions constitute a well investigated field within science education, as they form the basis for conceptual development (Albert, 1978; Carey, 1985; Gellert, 1962; Piaget, 1929/1989). Previous studies on children's conceptions have, to a great extent, been based on interviews or multiple-choice questions. Further, previous studies focusing on young children's conceptions have been carried out primarily in international contexts. Few studies have been carried out in a Swedish context, which justifies this thesis.

The thesis contributes to the field of children's conceptions and gives new insights, which in turn can provide teachers with an understanding of how children think and enable them to meet them in a productive manner in their teaching of science. The research questions of the thesis are:

- What conceptions do children express about natural science phenomena in drawings and conversations about them?
- What methodological possibilities and challenges are there in using drawings as a starting point and a meaning-making tool to capture children's conceptions?

Theoretical framework

A social constructivist view on learning constitutes the theoretical framework in the thesis. The individual's active role in the learning process together with cultural, linguistic and social interactions are seen as part of the learning process (Marton & Booth, 2000).

The research area about children's development of concepts is very extensive and has over time had different emphases. The study of children's conceptions is part of this area and concerns children's ideas about how they view the world. This may initially mean that they have an idea of how things are related, which can be expressed by intuitive conceptions. These conceptions can later grow to a deeper understanding. Through learning and new experiences, the need for conceptual change can arise, which can lead to concept development. Conceptualization, which is an on-going process, concerns how we acquire concepts.

Children's conceptions are in the literature referred to in different ways – emergent, naive and intuitive. The intuitive theories play a particularly important role in cognitive structure where they form the basis. A common approach in cognitive development is that learning goes from the concrete to the abstract, but Simons & Keil (1995) stress the importance to also include the reverse in learning as, an abstract to concrete development can capture important aspects of how knowledge is developed. In order to make science more comprehensible, it is tempting to try to divide it into smaller parts and convert the abstract into something more concrete.

One way to increase understanding in children is to use analogies in the learning process. An analogy means formulating something that is perceived as similar to the phenomenon to be described. The advantage of analogies is that new knowledge can be put in relation to something well-known. Nevertheless, opinions differ when it comes to children's ability to conduct analogical reasoning, where some argue that this reasoning is not available for children until they are 11-12 years old (Piaget, Montangero, & Billeter, 1977/2001). Brown (1989) and Goswami (1992), on the other hand, emphasize that young children can reason analogically, if the source domain is well known and the children have

understood the purpose of the task. Blachette and Dunbar (2000) address self-generated analogies as important since the learner is active in finding similarities between the source domain and the target domain. Furthermore, Mason (1995) study with 10-year old children shows that children who got the opportunity to create own analogies get deeper knowledge. In addition, May, Hammer, and Roy (2006) emphasize that children's spontaneous analogies could be used to a greater extent in teaching.

The theoretical background concerning children's conceptions ends with a brief review of research on conceptual change, per se, although this thesis focuses on describing children's conceptions and not conceptual change, it is nevertheless important to consider as this constitutes the next step in children's development. This is emphasized by Driver, Squires, Rushworth, and Wood-Robinson (1997). They stress the importance of not staying with the fact that children have different conceptions but to create opportunities for continued concept development.

The research method, to use children's drawings as a starting point for increasing our knowledge of their thoughts, is based on the assumption that their conceptions are reflected in their drawings. The use of drawings is a common method for capturing children's notions in science education research (Ainsworth, Prain, & Tytler, 2011; Dempster & Stears, 2014; Eiser & Patterson, 1983; Gellert, 1962; Hall, Bailey, & Tillman, 1997; Óskarsdóttir et al., 2011; Reiss & Tunnicliffe, 2001). Drawings in combination with their oral explanations are emphasized by several researchers (Brooks, 2009; Ehrlén, 2009; Köse, 2008; Walker, 2007). Additional motives for using drawings is the idea to give the children an opportunity to first think for themselves, which can result in more thoughtful answers in an interview situation. The drawings also function as a shared reference point (Tytler, Prain och Peterson, 2007) and can reduce the risk of misunderstandings between the child and the researcher.

Method

The methods in the thesis are qualitative. Children's own representations in the form of drawings are used as a basis for classroom work (Articles

I and II) and in individual interviews (Articles III and IV). In all studies, the children's drawings have been created individually, but when it was done in a classroom setting, as in Articles I and II, the children have been inspired by each other. In all studies, the children themselves have been able to comment and explain what they have drawn as advised by Ehrlén (2009) and Brooks (2009) in order to avoid misinterpretation. Children's drawings act as meaning-making tools and make it possible for them to develop their thinking.

Participants and setting

In Table 4, an overview is given of the including articles focus, participants and data sets.

Table 4. Focus, participants and data set for the including articles

	Article I	Article II	Article III	Article IV
Focus	Children's ability to make use of analogies in the fields of heat transfer and mixing	Children's conceptions of heat transfer and mixing	Children's conceptions of what is inside the human body	Children's conceptions and explanations of living/non-living things
Participants	25 children 7–8 years old	The same as article I	170 children 4–13 years old	14 children 5–6 years old
Dataset	Video recordings with children oral storytelling and 80 drawings Video recorded material: 12 h.	The same as article I	170 drawings with the children own comments to the drawings	Children drawings and dialogues about living and not living. Results from sorting exercise

Analysis

In Articles I and II children's drawings and oral explanations of their self-generated analogies constitute the data set. Their analogies were analysed in Article I based on Gentner framework 'Structure mapping theory' (Gentner, 1983, 1989). In Article III, children's drawings and comments compose the data. The analysis consisted of a content analysis of the drawings that focused on mapping what organs they drew and the position of the organs. A comparative analysis was also made to investigate the impact of the context in terms of drawn connections between the organs. Also, in Article IV content analysis was used in order to analyse the children's drawings which were then categorized based on which objects the children drew. The content analysis was also used to map children's judgements in the second task where they were asked to sort cards with pictures of different objects. The interviews where the children expressed their criteria for living/non-living were transcribed and analysed with thematic coding analysis based on themes from previous research (Carey, 1985; Venville, 2004; Zogza & Papamichael, 2000) and new themes found.

Results and discussion

The most interesting results in article I are that some children, after an introduction and with help of scaffolding, managed to create analogies for the two areas of heat and mixing. In addition, the children's sketchy drawings worked as meaning-making tools for reasoning. However, Article I include several challenges for the children. Although they understood the meaning of an analogy at the introduction and discussion in class, it was more difficult to create their own analogies. This is probably due to the fact that the task to create analogies was completely new to these 7-8-year-olds. In addition, the challenge with the two areas of heat and mixing, which in themselves are two more or less abstract processes, were two target domains which they were unfamiliar with, which according to Brown (1989) and Goswami (1992) makes it difficult to create analogies. The experiment with the marbles that were mixed became

concrete as the children perceptually could see this in comparison with the experiment with the heat, which was only experienced tacitly.

As for the children's conceptions in the areas of heat and mixing, Article II shows that their beliefs about heat largely corresponded with previous studies (Albert, 1978; Piaget & Garcia, 1977), where children referred to various hot bodies, which in turn can heat us. Heat transfer was explained as a contagious action between objects that were close together. The children had somewhat more developed ideas about mixing than what was found by Piaget and Inhelder (1975). The most prominent idea in the present study was that the children had an emerging probabilistic view of mixing, which involved the marbles colliding with each other and mixing. The fact that the children's conceptions were not more developed, even though they gained both experiences from POE experiments ('Predict, Observe, Explain') and the opportunity to benefit from each other in the social context, is probably due to the fact that the two areas are by nature abstract and difficult to understand. That being said, it is still not inaccessible for the children, but, as Gallas (1995) points out, they need to have the opportunity to create more experiences in the area and the work needs to take place during a longer time than was given in the study.

Both Articles III and IV intend to find out children's performance without prior introduction. The children's own drawings that show the body's internal structure and what is living/non-living and their explanations to the drawings are starting points. In Article III, the most interesting results were that the children, unlike in previous studies (Cuthbert, 2000; Dempster & Stears, 2014; Reiss & Tunnicliffe, 2001), drew connections between the organs (Drawing 1) and that the connections increased when the task was set in a context, Draw the path of food and drink through the body (Drawing 2). Further, findings showed that the use of external attributes, such as eyes, mouth and hair, was a common representation among the younger children. Among the older children, it was not as common, but they provided interesting explanations for using external attributes, such as the eye's connection with the brain via the optic nerve.

Furthermore, they stated that it was difficult to make a clear distinction between the outside and inside.

In Article IV, relating to children's conceptions about what is living/non-living, shows that the task of drawing non-living things was difficult for some children as they imagined that what does not live should have lived before, such as dinosaurs. The study also shows that children have thoughts about what is real and what is fantasy, such as zombies, monsters and mummies. These beliefs are far from scientific but are nevertheless of importance as they reflect the children's intuitive conceptions. Moreover, the results show that children who were aware of microscopic objects, such as cells and bacteria, classified them as living. A majority of the children considered plants as non-living when they sorted picture cards. However, their responses show, unlike previous studies (Carey, 1985; Martínez-Losada et al., 2014; Opfer & Siegler, 2004) that they are inconsistent in their judgment in relation to different pictures of plants.

In sum, the results of the articles show that children's conceptions are evolving already at an early age. DiSessa (2002) names these intuitive conceptions as a collection of p-primitives and Carey (2009) as intuitive theories. Furthermore, children's inconsistent reasoning shows that their conceptions cannot be seen as fixed and difficult to change but are under continuous transformation.

Different dimensions of science, such as structural and processual knowledge, are included in the studies. Moreover, the different areas studied are at different abstraction levels which affect the children's conceptions and representations in their drawings.

Language as the only means to investigate children's conceptions has faced criticism by Schoultz, Säljö, and Wyndhamn (2001). They emphasize the importance of having access to more artefacts that helps children to communicate and reason. Multimodal methods are common in the present dissertation as the children, beside verbal expressions, were offered additional tools to help them structure and express their thoughts. The possibility of thinking in several modalities can strengthen motivation and the memory of the experience (Kress, 2000).

The results in the studies show that the children's drawings in combination with their explanations are valuable tools for capturing their conceptions. The importance of children's own explanations of their drawings was already supported by Glaun and Rosenthal (1987) and has since been stressed by other researchers (Brooks, 2009; Ehrlén, 2009). Furthermore, children's solutions are discussed in connection with technical problems that they faced alongside the scientific task. Other methodological aspects such as the interview as a method for capturing children's conceptions and the context of the task and its impact on the result are discussed. The chapter concludes with the thesis's contribution to the research field and the school as well as continued research.

Referenser

- Ainsworth, Shaaron. (2010). *Improving learning by drawing*. Paper presenterad på Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences. 29 June – 2 July, Chicago, IL. Volume 2.
- Ainsworth, Shaaron, Prain, Vaughan, & Tytler, Russell. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097.
- Albert, Edna. (1978). Development of the concept of heat in children. *Science Education*, 62(3), 389-399.
- Alvesson, Mats, & Sköldberg, Kaj. (2008). *Tolkning och reflektion – vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Amin, Tamer G., & Valsiner, Jaan. (2004). Coordinating Operative and Figurative Knowledge: Piaget, Vygotsky, and Beyond. I J. I. M. Carpendale & U. Müller (Red.), *Social interaction and the development of knowledge*. (87-109). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Andersson, Björn, & Bach, Frank. (1995). Att utveckla naturvetenskaplig undervisning. Exemplet gaser och deras egenskaper. Sweden, Europa: Institutionen för pedagogik och didaktik.
- Andersson, Sven. (1995). Projection systems and X-ray strategies in children's drawings: A comparative study in three cultures. *British Journal of Educational Psychology*, 65(4), 455-464.
- Arnold, Michael, & Millar, Robin. (1996). Learning the scientific "story": A case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80(3), 249-281.
- Ausubel, David. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Blachette, Isabelle, & Dunbar, Kevin. (2000). How analogies are generated: The roles of structural and superficial similarity. *Memory & Cognition*, 28(1), 108-124.
- Braun, Virginia, & Clarke, Victoria. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Brooks, Margaret. (2009). Drawing, visualisation and young children's exploration of "big ideas". *International Journal of Science Education*, 31(3), 319-341.

- Brown, Ann. (1989). Analogical learning and transfer: What develops? I S. Vosniadou & A. Ortony (Red.), *Similarity and analogical reasoning* (369-412). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bruner, Jerome S. (1996). *The culture of education*. Cambridge Mass: Harvard University Press.
- Bryman, Alan. (2016). *Social research methods*: Oxford university press.
- Carey, Susan. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge: The MIT Press.
- Carey, Susan. (2009). *The origin of concepts*. Oxford: Oxford University Press.
- Carlgren, Ingrid. (1999). *Miljöer för lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Carvalho, Graça, Silva, Rui, Lima, Nelson, Coquet, Eduarda, & Clément, Pierre. (2004). Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1111-1130.
- Chi, Michelene T. H., Slotta, James D., & de Leeuw, Nicholas. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), 27-43.
- Cox, Maureen. (1992). *Children's drawings*. London: Penguin Books.
- Crain, William. (1992). *Theories of Development: Concepts and Applications*. Englewoods Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Crider, Cathleen. (1981). Children's conceptions of the body interior. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 1981(14), 49-65.
- Cuthbert, Anthony J. (2000). Do Children Have a Holistic View of Their Internal Body Maps? *School Science Review*, 82(299), 25-32.
- Dempster, Edith, & Stears, Michèle. (2014). An analysis of children's drawings of what they think is inside their bodies: A South African regional study. *Journal of Biological Education*, 48(2), 71-79.
- diSessa, Andrea. (2002). Why 'Conceptual Ecology' is a Good Idea. I M. Limón & L. Mason (Red.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (ss. 29-60). Dordrecht: Springer Netherlands.
- diSessa, Andrea, & Sherin, Bruce. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- Doverborg, Elisabet, & Samuelsson, Ingrid Pramling. (2000). *Att förstå barns tankar: metodik för barnintervjuer*. Stockholm: Liber.

- Driver, Rosalind, Guesne, Edith, & Tiberghien, Andrée. (1992). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press.
- Driver, Rosalind, Squires, Ann, Rushworth, Peter, & Wood-Robinson, Valerie. (1997). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Ehrlén, Karin. (2009). Drawings as representations of children's conceptions. *International Journal of Science Education*, 31(1), 41-57.
- Eiser, Christine, & Patterson, David. (1983). 'Slugs and snails and puppy-dog tails'-children's ideas about the inside of their bodies. *Child Care Health And Development*, 9(4), 233-240.
- Elo, Satu, Kääriäinen, Maria, Kanste, Outi, Pölkki, Tarja, Utriainen, Kati, & Kyngäs, Helvi. (2014). Qualitative content analysis: A focus on trustworthiness. *Sage Open*, 4(1), 2-10.
- Erickson, Gaalen, & Tiberghien, Andrée. (1985). Heat and temperature. I R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Red.), *Children's Ideas in Science* (ss. 52-84). Philadelphia: Open University Press.
- Erickson, Jane, Keil, Frank, & Lockhart, Kristi. (2010). Sensing the Coherence of Biology in Contrast to Psychology: Young Children's Use of Causal Relations to Distinguish Two Foundational Domains. *Child Development*, 81(1), 390-409.
- Fenson, Larry. (1985). The transition from construction to sketching in children's drawings. I N. Freedman & M. Cox (Red.), *Visual order: The nature and development of pictorial representation* (ss. 374-384). Cambridge: Cambridge University Press.
- Freeman, Norman. (1980). *Strategies of Representation in Young Children*. London: Academic Press.
- Gallas, Karen. (1995). *Talking their way into science: Hearing children's questions and theories, responding with curricula*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Garcia-Barros, Susana, Martínez-Losada, Cristina, & Garrido, María. (2011). What do children aged four to seven know about the digestive system and the respiratory system of the human being and of other animals? *International Journal of Science Education*, 33(15), 2095-2122.
- Gellert, Elizabeth. (1962). Children's conceptions of the content and functions of the human body. *Genetic Psychology Monographs*, 65, 293-411.

- Gelman, Rochel, Spelke, Elizabeth S, & Meck, Elizabeth. (1983). What preschoolers know about animate and inanimate objects. *The Acquisition of Symbolic Skills* (ss. 297-326).
- Gelman, Susan A, & Wellman, Henry M. (1991). Insides and essences: Early understandings of the non-obvious. *Cognition*, 38(3), 213-244.
- Gentner, Dedre. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170.
- Gentner, Dedre. (1989). I S. Vosniadou & A. Ortony (Red.), *Similarity and Analogical Reasoning* (ss. 199-240). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gibbs, Graham R. (2013). Using software in qualitative analysis. *The SAGE Handbook of Qualitative Data Analysis*, 277-296.
- Glaun, Daphne, & Rosenthal, Doreen. (1987). Development of children's concepts about the interior of the body. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 48(1-4), 63-67.
- Goldberg, Abbie E, & Allen, Katherine R. (2015). Communicating qualitative research: Some practical guideposts for scholars. *Journal of Marriage and Family*, 77(1), 3-22.
- Golomb, Claire. (2003). *The child's creation of a pictorial world*. New York: Psychology Press.
- Goswami, Usha. (1992). *Analogical reasoning in children*. New York: Psychology Press.
- Gouvea, Julia, & Simon, Matt. (2018). Challenging cognitive construals: A dynamic alternative to stable misconceptions. *CEB-Life Science Education*, 17(2), 1-19. doi: 1931-79-13.
- Granklint Enochson, Pernilla, Redfors, Andreas, Dempster, Edith R, & Tibell, Lena AE. (2015). Ideas about the human body among secondary students in South Africa. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 19(2), 199-211.
- Hall, V. C., Bailey, J., & Tillman, C. (1997). Can Student-Generated Illustrations Be Worth Ten Thousand Words?, 677.
- Halldén, Ola. (2002). Om att förstå, missförstå och inte förstå. Ett intentionellt perspektiv på inläringssituationen. I H. Strömdahl (Red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan*. Lund: Studentlitteratur.

- Hammer, David, & Berland, Leema. (2014). Confusing claims for data: A critique of common practices for presenting qualitative research on learning. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 37-46.
- Helldén, Gustav. (1994). *Barns tankar om ekologiska processer*. Stockholm: Liber utbildning i samarbete med Världsnaturfonden (WWF).
- Helldén, Gustav, Högström, Per, Jonsson, Gunnar, Karlefors, Inger, & Vikström, Anna. (2010). *Vägar till naturvetenskapens värld: ämneskunskap i didaktisk belysning*. Stockholm: Liber.
- Jalongo, Mary Renck, & Saracho, Olivia. (2016). From Qualitative Research to a Journal Article *Writing for Publication* (ss. 157-174). Springer Texts in Education: Springer.
- Kress, Gunther. (1997). *Before writing: Rethinking the paths to literacy*. London: Routledge.
- Kress, Gunther. (2000). *Representation, lärande och subjektivitet: ett socialsemiotiskt perspektiv*. Stockholm: Liber.
- Kvale, Steinar. (2014). *Den kvalitativa forskningsintervjun: Studentlitteratur*.
- Köse, Sacit. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.
- Larsson, Jonna. (2016). När fysik blir lärområde i förskolan [When physics becomes a learning area in preschool]. *Göteborg, Sweden: Acta Universitatis Gothoburgensis*.
- Larsson, Staffan. (2005). Om kvalitet i kvalitativa studier. *Nordisk pedagogik*, 25(1), 16-35.
- Latham, Gloria, & Ewing, Robyn. (2018). Children's images of imagination: The language of drawings. *Australian Journal of Language and Literacy*, 41(2), 71-81.
- Lautrey, Jacques, & Mazens, Karine. (2004). Is children's naive knowledge consistent? A comparison of the concepts of sound and heat. *Learning and Instruction*, 14(4), 399-423.
- Leddon, Erin M., Waxman, Sandra R., & Medin, Douglas L. (2008). Unmasking "alive": Children's appreciation of a concept linking all living things. *Journal of Cognition and Development*, 9(4), 461-473.
- Margett-Jordan, Tessa, Falcon, Rachael G., & Witherington, David C. (2017). The development of preschoolers' living kinds concept: A longitudinal study. *Child Development*, 88(4), 1350-1367.

- Martínez-Losada, Cristina, García-Barros, Susana, & Garrido, María. (2014). How children characterise living beings and the activities in which they engage. *Journal of Biological Education*, 48(4), 201-210.
- Marton, Ference, & Booth, Shirley. (2000). *Om lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Marton, Ference, & Pang, Ming Fai. (2006). On some necessary conditions of learning. *The Journal of the Learning sciences*, 15(2), 193-220.
- Mason, Lucia. (1995). Collaborative Reasoning on Self-Generated Analogies: Conceptual Growth in Understanding Scientific Phenomena. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA, April 18-2, 1995.
- May, David. B., Hammer, David, & Roy, Patricia. (2006). Children's analogical reasoning in a third-grade science discussion. *Science Education*, 90(2), 316-330.
- Mercer, Neil. (1995). *The guided construction of knowledge: Talk amongst teachers and learners*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.
- Merriman, Brian, & Guerin, Suzanne. (2006). Using children's drawings as data in child-centred research. *The Irish Journal of Psychology*, 27(1-2), 48-57.
- Nagy, Maria H. (1953). Children's conceptions of some bodily functions. *The Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, 83(2), 199-216.
- Opfer, John, & Gelman, Susan. (2011). Development of the animate-inanimate distinction. I U. Goswami (Red.), *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development.*, 2nd ed. (ss. 213-238). New York: Wiley-Blackwell.
- Opfer, John, & Siegler, Robert. (2004). Revisiting preschoolers' living things concept: A microgenetic analysis of conceptual change in basic biology. *Cognitive Psychology*, 49(4), 301-332.
- Óskarsdóttir, Gunnhildur, Stougaard, Birgitte, Fleischer, Ane, Jeronen, Eila, Lützen, Finnur, & Kråkenes, Roar. (2011). Children's ideas about the human body—A Nordic case study. *Nordic Studies in Science Education*, 7(2), 179-189.
- Piaget, Jean. (1929/1989). *The child's conception of the world*: Totowa: Rowman & Littlefield, 1989.

- Piaget, Jean. (1972). *Psykologi och undervisning*. Stockholm: Bonniers förlag.
- Piaget, Jean. (1974). *Understanding causality*. Oxford, England: W.W Norton.
- Piaget, Jean, & Garcia, Rolando. (1977). *Understandig causality*. New York, NY: The Norton Library.
- Piaget, Jean, & Inhelder, Bärbel. (1975). *The origin of the idea of chance in children*. London: Routledge & Kegan Paul. (Original work published 1951).
- Piaget, Jean, Montangero, Jacques, & Billeter, JB. (1977/2001). The formation of analogies *Studies in reflecting abstraction* (ss. 139-152). Hove, England: Psychology Press.
- Posner, George, Strike, Kenneth, Hewson, Peter, & Gertzog, William. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Reiss, Michael., & Tunnicliffe, Sue. (2001). Student's Understanding of Human Organs and Organ Systems. *Research in Science Education*, 31(3), 383-399.
- Reiss, Michael, Tunnicliffe, Sue, Andersen, Annemarie Møller, Bartoszeck, Amauri, Carvalho, Graça, Chen, Shao-Yen, Marchenko, Natalya. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36(2), 58-64.
- Robson, Colin. (2011). *Real World Research: A Resource for Users of Social Research Methods in Applied Settings 3rd edition*. Chichester: Wiley.
- Rowlands, Mark. (2004). What do children think happens to the food they eat? *Journal of Biological Education*, 38(4), 167-171.
- Russell, Terry, & McGuigan, Linda. (2017). An updated perspective on emergent science. *Early Child Development and Care*, 187(2), 284-297.
- Schultz, Jan, Säljö, Roger, & Wyndhamn, Jan. (2001). Heavenly talk: Discourse, artifacts, and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*, 44(2-3), 103-118.
- Simons, Daniel, & Keil, Frank. (1995). An abstract to concrete shift in the development of biological thought: The insides story. *Cognition*, 56(2), 129-163.
- Sjøberg, Svein. (2006). *Naturvetenskap som allmänbildning: en kritisk ämnesdidaktik*. Stockholm: Studentlitteratur.

- Skolverket. (2018a). *Läroplan för förskolan*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2018b). *Läroplan för grunskolan samt för förskoleklass och fritidshem*. Stockholm: Skolverket.
- Säljö, Roger. (2000). *Lärande i praktiken: ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Säljö, Roger, Schoultz, Jan, & Wyndhamn, Jan. (1999). Artefakter som tankestöta. I I. Carlgren (Red.), *Miljöer för lärande* (ss. 155-181). Lund: Studentlitteratur.
- Topsakal, Ünsal Umdü. (2010). The Concept of Living and Non-Living Things in the World of Primary School Students in Turkey. *Education*, 130(4).
- Tytler, Russell, Prain, Vaughan, & Peterson, Suzanne. (2007). Representational issues in students learning about evaporation. *Research in Science Education*, 37(3), 313-331.
- Van Meter, Peggy, & Garner, Joanna. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17(4), 285-325.
- Venville, Grady. (2004). Young children learning about living things: A case study of conceptual change from ontological and social perspectives. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 449-480.
- Vetenskapsrådet. (2011). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Vygotsky, Lev. (1986). *Thought and language*. Cambridge Mass: MIT Press.
- Walker, Kathleen. (2007). Review of research: Children and their purple crayons: Understanding their worlds through their drawings. *Childhood Education*, 84(2), 96-96.
- White, Richard, & Gunstone, Richard. (1992). Prediction-observation-explanation. *Probing understanding* (ss. 44-64). London: Falmer Press.
- Zogza, Vassiliki, & Papamichael, Yannis. (2000). The development of the concept of alive by preschoolers through a cognitive conflict teaching intervention. *European Journal of Psychology of Education*, 15(2), 191-205.
- Änggård, Eva. (2005). *Bildskapande: en del av förskolebarns kamrat-kulturer (Making Pictures: a Part of Preschool Children's Peer Cultures)*. Linköping University Electronic Press.

Appendix

Appendix 1.

Instruktioner

Intervju och insamling av teckningar med barn om vad som finns inuti kroppen och vad som händer när man äter och dricker.

Förberedelser

1. Inhämta muntligt tillstånd av rektor och skicka information via e-post. Förklara studiens syfte och hur den kommer att gå till.
2. Om 1 är OK. Inhämta tillstånd från barnens föräldrar (se Delta-gandeavtal) – samla in dessa och lämna in till Johanna vid nästa tillfälle (18/3 2013).
3. Fråga barnet om hon eller han skulle vilja delta och om det är OK att du spelar in samtalet och att du får behålla teckningen.

Om 1–3 OK

4. Ge barnet ett kodnamn (ex. a.1.) som du sedan använder på all dokumentation i undersökningen. Du måste själv göra en kod-nyckel som du förvarar på säkert ställe.
5. Du ombeds intervjuva fyra - sex barn. Gör ett slumpmässigt urval (lottning) men se till att du får en jämn könsfördelning. Avsätt cirka 1 timme per barn. Det är viktigt att inte jäkta barnet att komma igång eller behöva avbryta intervjun pga. tidsbrist.
6. Två intervjuer/barn ska genomföras och gärna om möjligt uppdelat på två tillfällen:
 - Barns tankar om vad som finns inuti kroppen (Teckning 1)
 - Barns tankar om vad som händer när vi äter och dricker (Teckning 2)
7. Spela in intervjun på MP3-format (ljud), möjlighet till det finns idag på de flesta mobiler.

8. Notera tidsåtgången för intervjuerna på respektive teckning. Var noga med att förklaringar av vad som ritats skrivs ut på teckningarna av dig eller barnet. Använd barnens egna ord och formuleringar. Notera även om barnet säger exempelvis blod finns överallt i kroppen även om de enbart ritat det på ett ställe.
9. Fyll i Observationsblanketten direkt efter intervjun.

Teckning 1

1. Starta inspelningen – ange barnets kod samt datum och ditt eget namn.
2. Starta intervjun.
3. Berätta för barnet att du är nyfiken på om hon/han tänkt på vad som finns inuti kroppen. Ta fram en kroppskontur Teckning 1 (A3) och be dem:

”Rita och berätta, för mig, vad som finns inuti kroppen!”

Om de är stora nog att kunna skriva kan du be dem att sätta ut namnen på de organ eller strukturer de ritar in. Om de inte ännu lärt sig skriva hjälper du dem med det men skriv som de uttrycker sig.

OBS!!! Glöm inte att ange barnets kodnamn på” Teckning 1” samt ange tidsåtgången, kön, ålder och skola.

Frågor vid slutet av intervjun:

Om barnet ritat ut ögon/näsa/mun fråga då:

- **”Du har ritat öga/näsa/mun, hur tänker du?”**

Om barnet har ritat ett hjärta som ett ❤️, fråga då:

- **”Är det så här ett hjärta ser ut?”** (och kanske, om nödvändigt förtydliga med **”... inuti kroppen alltså?”**). Försök undvika följdfrågan om möjligt.

Fråga samtliga barn:

- **”Var har du lärt dig det du ritat och berättat?”** (förskolan, skolan, föräldrar, media, dataspel, TV-program, böcker etc.)

Teckning 2

4. Berätta för barnet att du är nyfiken på att prata om vad som händer med smörgåsen då man ätit upp den och vad som händer med vattnet/mjölken som man druckit till.
(Eventuellt kan du som en inledning bjuda på smörgås och mjölk eller bulle och vatten eller någon annan fast föda med vätska till och efter en liten stund börja fråga. Eller så kan du göra intervjun direkt efter mellanmålet eller lunchen.)
5. Ta fram en ny kroppskontur Teckning 2 (A3) och be barnet:
”Rita och berätta, för mig, vad som händer med det du äter och det du dricker!”
Om de är stora nog att kunna skriva kan du be dem att sätta ut namnen på de organ eller strukturer de ritar in. Om de inte ännu lärt sig skriva hjälper du dem med det men skriv som de uttrycker sig. Ställ följdfrågor så du stimulerar barnet att rita de organ som maten passerar (om de verkar kunna dem) men ge inte namnen på organen. Om de inte minns namnen kan du försöka få dem att beskriva vad de tecknat. Fråga gärna vidare och uppmuntra barnet att förklara sin teckning så du får veta så mycket som möjligt om barnets föreställning av hur det fungerar.
OBS!!! Glöm inte att ange barnets kodnamn på ”Teckning 2” samt ange tidsåtgången, kön, ålder och skola.

Frågor vid slutet av intervjun om det inte kommit upp spontant

(OBS!!! LÅT DEM INTE RITA IN NÅGOT NYTT I TECKNINGEN MEN SKRIV GÄRNA KORTFATTAT NED DERAS RESONEMANG PÅ OBSERVATIONSBLANKETTEN)

Fråga barnet:

- **”Varför tror du att vi äter och dricker?”**
- **”Hur tror du att maten kommer till magsäcken/magen?”**
Om de har ritat ut och pratat om magsäcken/magen.
Försök förstå hur barnet uppfattar strupen, är det olika för dryck och mat eller samma? Be barnet förklara vad som händer på de olika ”ställena”(organen) de har ritat.
- Be barnet förklara vad som händer på de olika ”ställena”(organen) de har ritat.
- Om barnet ej ritat att restavfallet kommer ut (kiss, bajs) utan att det verkar finnas kvar i kroppen. Fråga då hur de tänker kring detta?

Fråga samtliga barn:

- **"Var har du lärt dig det du ritat och berättat?" (förskolan, skolan, föräldrar, media, dataspel, TV-program, böcker etc.)**

Efter intervjuerna

6. Omedelbart efter intervjun ska du anteckna alla de observationer eller kommentarer du kan komma på om hur du tror barnet upplevde intervjun (intresserad, otålig, verkade lätt, var för svåra frågor,) eller andra relevanta iakttagelser (ex. om ni blev avbrutna under intervjun, om barnet var trött osv.) på Observationsblanketten. Märk och spara Observationsblanketten i anslutning till de insamlade teckningarna.
7. Lämna in Teckningar, Deltagandeavtal och Observationsblanketten vid marsträffen (18/3) till Johanna. Ljudinspelningarna läggs in på Its' learning under mappen "Kroppen intervjuer" och där under mappen märkt med ditt namn. Namnge varje intervjufil med barnets kodnamn.

Om du är intresserad av att analysera teckningarna "djupare" hör då av dig till Johanna. (johanna.andersson@liu.se)

Lycka till!

/Johanna, Ragnhild och Lena

Appendix 2.

Appendix 3.

KROPPEN 1

Lärarens namn: _____

Barnets kodnamn: _____

Skola: _____

Kön: _____

Ålder: _____

Tid (min): _____

Appendix 4.

Observationsblankett

Observationer och sammanfattande reflektioner efter intervjun med barnen

Under denna rubrik vill vi veta hur ni upplevt intervjun med respektive barn, faktorer eller händelser som kan ha påverkat intervjun, hur barnen agerade (uppmärksamma, intresserade, ofokuserade osv.) Skriv allt ni kommer på. Här kan du även kortfattad summera de frågor ni ställde i slutet av varje intervju.

Barnets kodnamn:

Generella kommentarer:

Teckning 1

Teckning 2

Appendix 5.

Intervjuguide

Ritinstruktion

Vi pratar ofta om att vi ska vara rädda om allt som lever, men vad är egentligen levande? Jag är nyfiken på vad du tycker lever och jag vill att du ritar exempel på vad du tycker är levande. Jag hoppas du kan rita många bilder till mig! (A4 papper indelat i 6 rutor)

När du är färdig vill jag att du ritar exempel på det du inte tycker lever!

Intervju

- Berätta, vad har du ritat här?
- Varför valde du att rita just detta?
- Förklara varför du tycker att X är levande/inte levande!
- Hur vet man att något lever? Hur kan man veta det?
- Hur kan man ta reda på om något lever eller ej?
- Vad tänker du på när du hör ordet liv?

Appendix 6.

Till vårdnadshavare

Jag heter Johanna Andersson och arbetar som doktorand vid Linköpings universitet. Mitt forskningsintresse är inom naturvetenskapernas didaktik med fokus på barns föreställningar om naturvetenskapliga fenomen. Denna studie kommer handla om barns tankar om människokroppen. Syftet med studien är att ta reda på hur barn resonerar och tänker. En kunskap som kan leda till att pedagoger kan utgå ifrån, möta och utmana barnen på ett produktivt sätt.

Dokumentationen kommer bestå av barnens teckningar samt ljudinspelningar av samtal, där barnen berättar om vad de har ritat. Om resultaten presenteras i form av citat kommer inte barnens riktiga namn att användas.

För att kunna genomföra studien behövs svar från er som vårdnadshavare vare sig ni ger ert samtycke eller ej till att ert barn medverkar. Barnen kommer också att tillfrågas om de vill vara med och informeras om att de kan välja att avbryta sitt deltagande om de vill. Skolans rektor har informerats och gett sitt samtycke till studien. Vänligen fyll i bifogat svarsformulär och lämna det åter till klassföreståndaren

Om det är något ni undrar över får ni gärna kontakta mig.

Med vänlig hälsning

Johanna Andersson

Institutionen för Samhälls och Välfärdsstudier Linköpings universitet,
ISV 601 74 Norrköping
Telefon: 011-36 35 94
E-post: johanna.andersson@liu.se

Med i forskargruppen finns även professor Lena Tibell (Institutionen för Teknik och Naturvetenskap/ITN) och lektor Ragnhild Löfgren (ISV)

Avtal avseende användningsbegränsning av forskningsmaterial

Detta avtal är ett medgivande till materialanvändning från den som deltagit i en undersökning, i en intervju eller vid en ljudupptagning med avsikt att ge råmaterial till forskning, vid institutionen ISV, Linköpings universitet.

Vi vänder oss till er som målsmän eftersom barnen inte är myndiga, men vi kommer givetvis även att informera barnen och fråga dem om de är villiga att delta

Allmänt användande av materialet

Allmänt användande av materialet avser t.ex. analys av teckningar och intervjusvar. Det innebär att materialet ej sprids utanför de inblandade forskargrupperna. Allt material är avidentifierat.

☐ Jag medger

☐ Jag medger ej

att teckningar och intervjumaterial samt upptaget ljudmaterial där mitt barn medverkar får användas i forskningssyfte och datorbehandlas, förutsatt att det hanteras i enlighet med vedertagen svensk forskningsetik.

1. Utdrag ur materialet för användning vid tryckning.

Forskningsmaterial publiceras oftast i tryckt form där citat ur intervju-material och teckningar kan förtydliga budskapet. Publicering sker mestadels i vetenskapliga tidskrifter och i samband med forskningsrelaterade konferenser.

☐ Jag medger

☐ Jag medger ej

att teckningar samt utdrag ur transkriberade ljudupptagning av intervju där mitt barn medverkar får användas vid publicering i tryckt form, förutsatt att mitt barns namn döljs.

Utdrag ur materialet för användning vid presentationer t.ex. föreläsningar för blivande lärare och forskningskonferenser

Det huvudsakliga syftet med att använda utdrag ur materialet är att kunna visa på specifika situationer som bedöms vara relevanta i relation till forskningen.

☐ Jag medger att intervjusvar och teckningar får visas

☐ Jag medger ej att intervjusvar och teckningar får visas

Ångerrätt

Jag förbehåller mig rätten att vid senare datum ändra mina nuvarande medgivanden, varvid jag insänder en uppdaterad version av detta avtal till någon av nedanstående kontaktpersoner. Det uppdaterade avtalet träder i kraft när det mottages av kontaktpersonen och gäller ej retroaktivt avseende publicering utförd i enlighet med tidigare avtal.

Kontaktpersoner

Namn: JohannaAndersson
E-post: johanna.andersson@liu.se
Adress: ISV
Namn: Ragnhild Löfgren
E-post: ragnhild.lofgren@liu.se
Adress: ISV

Namn: Lena Tibell
E-post: lena.tibell@liu.se
Adress: ISV

Underskrift

Barnets	namn	
Målsmans	namn	(textat)
Ort och datum		
Underskrift		

Papers

The papers associated with this thesis have been removed for copyright reasons. For more details about these see:

<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-156715>

1. Margareta Enghag (2004): MINIPROJECTS AND CONTEXT RICH PROBLEMS – Case studies with qualitative analysis of motivation, learner ownership and competence in small group work in physics. (licentiate thesis) Linköping University
2. Carl-Johan Rundgren (2006): Meaning-Making in Molecular Life Science Education – upper secondary school students' interpretation of visualizations of proteins. (licentiate thesis) Linköping University
3. Michal Drechsler (2005): Textbooks', teachers', and students' understanding of models used to explain acid-base reactions. ISSN: 1403-8099, ISBN: 91-85335-40-1. (licentiate thesis) Karlstad University
4. Margareta Enghag (2007): Two dimensions of Student Ownership of Learning during Small-Group Work with Miniprojects and context rich Problems in Physics. ISSN: 1651-4238, ISBN: 91-85485-31-4. (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
5. Maria Åström (2007): Integrated and Subject-specific. An empirical exploration of Science education in Swedish compulsory schools. (Licentiate thesis) Linköping university
6. Ola Magntorn (2007): Reading Nature: developing ecological literacy through teaching. (Doctoral Dissertation) Linköping University
7. Maria Andree (2007): Den levda läroplanen. En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-632-9 (Doctoral Dissertation, LHS)
8. Mattias Lundin (2007): Students' participation in the realization of school science activities. (Doctoral Dissertation) Linköping University
9. Michal Drechsler (2007): Models in chemistry education. A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools ISBN 978-91-7063-112-2 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
10. Proceedings from FontD Vadstena-meeting, April 2006.
11. Eva Blomdahl (2007): Teknik i skolan. En studie av teknikundervisning för yngre skolbarn. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-635-0 (Doctoral Dissertation, LHS)
12. Iann Lundegård (2007): På väg mot pluralism. Elever i situerade samtal kring hållbar utveckling. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-642-8 (Doctoral Dissertation, LHS)
13. Lena Hansson (2007): "Enligt fysiken eller enligt mig själv?" – Gymnasieelever, fysiken och grundantaganden om världen. (Doctoral Dissertation) Linköping University.

14. Christel Persson (2008): Sfärernas symfoni i förändring? Lärande i miljö för hållbar utveckling med naturvetenskaplig utgångspunkt. En longitudinell studie i grundskolans tidigare årskurser. (Doctoral Dissertation) Linköping University
15. Eva Davidsson (2008): Different Images of Science – a study of how science is constituted in exhibitions. ISBN: 978-91-977100-1-5 (Doctoral Dissertation) Malmö University
16. Magnus Hultén (2008): Naturens kanon. Formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842-2007. ISBN: 978-91-7155-612-7 (Doctoral Dissertation) Stockholm University
17. Lars-Erik Björklund (2008): Från Novis till Expert: Förtroghetskunskap i kognitiv och didaktisk belysning. (Doctoral Dissertation) Linköping University.
18. Anders Jönsson (2008): Educative assessment for/of teacher competency. A study of assessment and learning in the “Interactive examination” for student teachers. ISBN: 978-91-977100-3-9 (Doctoral Dissertation) Malmö University
19. Pernilla Nilsson (2008): Learning to teach and teaching to learn - primary science student teachers' complex journey from learners to teachers. (Doctoral Dissertation) Linköping University
20. Carl-Johan Rundgren (2008): VISUAL THINKING, VISUAL SPEECH - a Semiotic Perspective on Meaning-Making in Molecular Life Science. (Doctoral Dissertation) Linköping University
21. Per Sund (2008): Att urskilja selektiva traditioner i miljöundervisningens socialisationsinnehåll – implikationer för undervisning för hållbar utveckling. ISBN: 978-91-85485-88-8 (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
22. Susanne Engström (2008): Fysiken spelar roll! I undervisning om hållbara energisystem - fokus på gymnasiekursen Fysik A. ISBN: 978-91-85485-96-3 (Licentiate thesis) Mälardalen University
23. Britt Jakobsson (2008): Learning science through aesthetic experience in elementary school science. Aesthetic judgement, metaphor and art. ISBN: 978-91-7155-654-7. (Doctoral Dissertation) Stockholm university

24. Gunilla Gunnarsson (2008): Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner - En studie om vilket meningsskapande år 7-elever kan erbjudas i möten med den laborativa verksamhetens instruktioner, artefakter och språk inom elementär ellära, samt om lärares didaktiska handlingsmönster i dessa möten. (Doctoral Dissertation) Linköping University
25. Pernilla Granklint Enochson (2008): Elevernas föreställningar om kroppens organ och kroppens hälsa utifrån ett skolsammanhang. (Licentiate thesis) Linköping University
26. Maria Åström (2008): Defining Integrated Science Education and putting it to test (Doctoral Dissertation) Linköping University
27. Niklas Gericke (2009): Science versus School-science. Multiple models in genetics – The depiction of gene function in upper secondary textbooks and its influence on students' understanding. ISBN 978-91-7063-205-1 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
28. Per Högström (2009): Laborativt arbete i grundskolans senare år - lärares mål och hur de implementeras. ISBN 978-91-7264-755-8 (Doctoral Dissertation) Umeå University
29. Annette Johnsson (2009): Dialogues on the Net. Power structures in asynchronous discussions in the context of a web based teacher training course. ISBN 978-91-977100-9-1 (Doctoral Dissertation) Malmö University
30. Elisabet M. Nilsson (2010): Simulated "real" worlds: Actions mediated through computer game play in science education. ISBN 978-91-86295-02-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
31. Lise-Lotte Österlund (2010): Redox models in chemistry: A depiction of the conceptions held by upper secondary school students of redox reactions. ISBN 978-91-7459-053-1 (Doctoral Dissertation) Umeå University
32. Claes Klasander (2010): Talet om tekniska system – förväntningar, traditioner och skolverkligheter. ISBN 978-91-7393-332-2 (Doctoral Dissertation) Linköping University
33. Maria Svensson (2011): Att urskilja tekniska system – didaktiska dimensioner i grundskolan. ISBN 978-91-7393-250-9 (Doctoral Dissertation) Linköping University
34. Nina Christenson (2011): Knowledge, Value and Personal experience – Upper secondary students' use of supporting reasons when arguing socioscientific issues. ISBN 978-91-7063-340-9 (Licentiate thesis) Karlstad University

35. Tor Nilsson (2011): Kemistudenters föreställningar om entalpi och relaterade begrepp. ISBN 978-91-7485-002-4 (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
36. Kristina Andersson (2011): Lärare för förändring – att synliggöra och utmana föreställningar om naturvetenskap och genus. ISBN 978-91-7393-222-6 (Doctoral Dissertation) Linköping University
37. Peter Frejd (2011): Mathematical modelling in upper secondary school in Sweden An exploratory study. ISBN: 978-91-7393-223-3 (Licentiate thesis) Linköping University
38. Daniel Dufåker (2011): Spectroscopy studies of few particle effects in pyramidal quantum dots. ISBN 978-91-7393-179-3 (Licentiate thesis) Linköping University
39. Auli Arvola Orlander (2011): Med kroppen som insats: Diskursiva spänningsfält i biologiundervisningen på högstadiet. ISBN 978-91-7447-258-5 (Doctoral Dissertation) Stockholm University
40. Karin Stolpe (2011): Att uppmärksamma det väsentliga. Lärares ämnesdidaktiska förmågor ur ett interaktionskognitivt perspektiv. ISBN 978-91-7393-169-4 (Doctoral Dissertation) Linköping University
41. Anna-Karin Westman (2011) Samtal om begreppskartor – en väg till ökad förståelse. ISBN 978-91-86694-43-2 (Licentiate thesis) Mid Sweden University
42. Susanne Engström (2011) Att värdsamt värdesätta eller tryggt trotsa. Gymnasiefysiken, undervisningstraditioner och fysiklärares olika strategier för energiundervisning. ISBN 978-91-7485-011-6 (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
43. Lena Adolfsson (2011) Attityder till naturvetenskap. Förändringar av flickors och pojkars attityder till biologi, fysik och kemi 1995 till 2007. ISBN 978-91-7459-233-7 (Licentiate thesis) Umeå University
44. Anna Lundberg (2011) Proportionalitetsbegreppet i den svenska gymnasie-matematiken – en studie om läromedel och nationella prov. ISBN 978-91-7393-132-8 (Licentiate thesis) Linköping University
45. Sanela Mehanovic (2011) The potential and challenges of the use of dynamic software in upper secondary Mathematics. Students' and teachers' work with integrals in GeoGebra based environments. ISBN 978-91-7393-127-4 (Licentiate thesis) Linköping University
46. Semir Becevic (2011) Klassrumsbedömning i matematik på gymnasieskolans nivå. ISBN 978-91-7393-091-8 (Licentiate thesis) Linköping University

47. Veronica Flodin (2011) Epistemisk drift - genbegreppets variationer i några av forskningens och undervisningens texter i biologi. ISBN 978-91-9795-161-6 (Licentiate thesis) Stockholm University
48. Carola Borg (2011) Utbildning för hållbar utveckling ur ett lärarperspektiv – Ämnesbundna skillnader i gymnasieskolan. ISBN 978-91-7063-377-5 (Licentiate thesis) Karlstad University
49. Mats Lundström (2011) Decision-making in health issues: Teenagers' use of science and other discourses. ISBN 978-91-86295-15-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
50. Magnus Oscarsson (2012) Viktigt, men inget för mig. Ungdomars identitetsbygge och attityd till naturvetenskap. ISBN: 978-91-7519-988-7 (Doctoral Dissertation) Linköping University
51. Pernilla Granklint Enochson (2012) Om organisation och funktion av människo-kroppens organsystem – analys av elevsvar från Sverige och Sydafrika. ISBN 978-91-7519-960-3 (Doctoral Dissertation) Linköping University
52. Mari Stadig Degerman (2012) Att hantera cellmetabolismens komplexitet – Meningsskapande genom visualisering och metaforer. ISBN 978-01-7519-954-2 (Doctoral Dissertation) Linköping University
53. Anna-Lena Göransson (2012) The Alzheimer A β peptide: Identification of Properties Distinctive for Toxic Prefibrillar Species. ISBN 978-91-7519-930-6 (Licentiate thesis) Linköping University
54. Madelen Bodin (2012) Computational problem solving in university physics education - Students' beliefs, knowledge, and motivation. ISBN 978-91-7459-398-3 (Doctoral Dissertation) Umeå University
55. Lena Aretorn (2012) Mathematics in the Swedish Upper Secondary School Electricity Program: A study of teacher knowledge. ISBN 978-91-7459-429-4 (Licentiate thesis) Umeå University
56. Anders Jidesjö (2012) En problematisering av ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik i skola och samhälle – Innehåll, medierna och utbildningens funktion. ISBN 978-91-7519-873-6 (Doctoral Dissertation) Linköping University
57. Thomas Lundblad (2012) Simulerad verklighet i gymnasieskolans fysik: en designstudie om en augmented reality simulering med socio-naturvetenskapligt innehåll. ISBN 978-91-7519-854-5 (Licentiate thesis) Linköping University

58. Annie-Maj Johansson (2012) Undersökande arbetssätt i NO-undervisningen i grundskolans tidigare årskurser. ISBN 978-91-7447-552-4 (Doctoral Dissertation) Stockholm University
59. Anna Jobér (2012) Social Class in Science Class. ISBN 978-91-86295-31-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
60. Jesper Haglund (2012) Analogical reasoning in science education – connections to semantics and scientific modeling in thermodynamics. ISBN 978-91-7519-773-9 (Doctoral Dissertation) Linköping University
61. Fredrik Jeppsson (2012) Adopting a cognitive semantic approach to understand thermodynamics within science education. ISBN 978-91-7519-765-4 (Doctoral Dissertation) Linköping University
62. Maria Petersson (2012) Lärares beskrivningar av evolution som undervisningsinnehåll i biologi på gymnasiet. ISBN 978-91-7063-453-6 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
63. Henrik Carlsson (2012) Undervisningsform, klassrumsnormer och matematiska förmågor. En studie av ett lokalt undervisningsförsök för elever med intresse och fallenhet för matematik. ISBN 978-91-86983-89-5 (Licentiate thesis) Linnaeus University
64. Anna Bergqvist (2012) Models of Chemical Bonding. Representations Used in School Textbooks and by Teachers and their Relation to Students' Understanding. ISBN 978-91-7063-463-5 (Licentiate thesis) Karlstad University
65. Nina Kilbrink (2013) Lära för framtiden: Transfer i teknisk yrkesutbildning. ISBN 978-91-7063-478-9 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
66. Caroline Larsson (2013) Experiencing Molecular Processes. The Role of Representations for Students' Conceptual Understanding. ISBN 978-91-7519-607-7 (Doctoral Dissertation) Linköping University
67. Anna-Karin Carstensen (2013) Connect Modelling Learning to Facilitate Linking Models and the Real World through Labwork in Electric Circuit Courses for Engineering Students ISBN 978-91-7519-562-9 (Doctoral Dissertation) Linköping University
68. Konferensproceeding: 10-year Anniversary Meeting with the Scientific Committee
69. Marie Bergholm (2014) Gymnasieelevers kommunikativa strategier i matematikklassrummet. En fallstudie av ett smågruppsarbete om derivata ISBN 978-91-7519-306-9 (Licentiate thesis) Linköping University

70. Ingrid Lundh (2014) Undervisa Naturvetenskap genom Inquiry – En studie av två högstadielärare. ISBN 978-91-7519-285-7 (Licentiate thesis) Linköping University
71. Nils Boman (2014) Personality traits in fish - implications for invasion biology ISBN:978-91-7601-097-6 (Licentiate thesis) Umeå University
72. Torodd Lunde (2014) När läroplan och tradition möts - lärarfortbildning och syften med undersökande aktiviteter inom den laborativa NO-undervisningen i grundskolans senare del. ISBN: 978-91-7063-577-9 (Licentiate thesis) Karlstad University
73. Martin Eriksson (2014) Att ta ställning - gymnasieelevers argumentation och beslutsfattande om sociovetenskapliga dilemman. ISBN 978-91-7063-588-5 (Licentiate thesis), Karlstad University
74. Annalena Holm (2014) Mathematics Communication within the Frame of Supplemental Instruction. Identifying Learning Conditions. ISBN 978-91-7623-112-8 (Licentiate thesis) Lund University
75. Daniel Olsson (2014) Young people's 'Sustainability Consciousness' – Effects of ESD implementation in Swedish schools. ISBN 978-91-7063-594-6. (Licentiate thesis) Karlstad University
76. Marlene Sjöberg (2014) Möjligheter I kollegiala samtal om NO-undervisning och bedömning. <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/24063> (Licentiate thesis) Gothenburg University.
77. Teresa Berglund (2014) Student 'Sustainability Consciousness' and Decision-Making on Sustainability Dilemmas. Investigating effects of implementing education for sustainable development in Swedish upper secondary schools. ISBN 978-91-7063-599-1 (Licentiate thesis) Karlstad University
78. Elisabet Mellroth (2014) High achiever! Always a high achiever? A comparison of student achievements on mathematical tests with different aims and goals. ISBN 978-91-7063-607-3 (Licentiate thesis) Karlstad University
79. Jenny Green (2014) Elevers användande av formativ återkoppling i matematik. ISBN 978-91-7519-164-5 (Licentiate thesis) Linköping University
80. Klara Kerekes (2014) Undervisning om växande geometriska mönster-en variationsteoretisk studie om hur lärare behandlar ett matematiskt innehåll på mellanstadiet. ISBN: 978-91-7519-135-5 (Licentiate thesis) Linköping University

81. Cecilia Axell (2015) Barnlitteraturens tekniklandskap: en didaktisk vandring från Nils Holgersson till Pettson och Findus. ISBN 978-91-7519-227-7 (Doctoral Dissertation) Linköping University.
82. Jan Forsgren (2015) Synthesis and characterization of catalysts for hydrogen production from water ISBN 978-91-7601-206-2.(Licentiate thesis) Umeå University
83. Maria Eriksson (2015) Att kommunicera naturvetenskap i nationella prov: En studie med andraspråksperspektiv. ISBN 978-91-7519-138-6 (Licentiate thesis) Linköping University
84. Tomas Jemsson (2015) Time correlated single photon spectroscopy on pyramidal quantum dots. ISBN 978-91-7519-143-0 (Licentiate thesis) Linköping University
85. Helen Hasslöf (2015) The Challenge of Education for Sustainable Development. *Qualification, social change and the political* ISBN: 978-91-7519-127-0 (Doctoral Dissertation) Linköping University.
86. Johan Sidenvall (2015) Att lära sig resonera – Om elevers möjligheter att lära sig resonera matematiskt. ISBN 978-91-7519-100-3 (Licentiate thesis) Linköping University.
87. Jonas Jäder (2015) Elevers möjligheter till lärande av matematiska resonemang. ISBN 978-91-7519-099-0 (Licentiate thesis) Linköping University.
88. Laurence Russell (2015) Exploring systematic lesson variation -a teaching method in mathematics. ISBN 978-91-7519-041-9 (Licentiate thesis) Linköping University.
89. Roger Andersson (2015). Ett lysande experiment. En studie av lärandeprogressionen vid lärande med datorstöd i optik. ISBN 978-91-7485-215-8 (Licentiate thesis) Mälardalen University.
90. Therese Granekull (2015). Kamratbedömning i naturvetenskap på mellanstadiet - formativ återkoppling genom gruppsamtal. ISBN: 978-91-86295-74-5 (Licentiate thesis) Malmö högskola.
91. Yukiko Asami-Johansson (2015) Designing Mathematics Lessons Using Japanese Problem Solving Oriented Lesson Structure. A Swedish Case Study. ISBN. 978-91-7685-990-2 (Licentiate thesis) Linköping University.
92. Katarina Ottander (2015). Gymnasieelevers diskussioner utifrån hållbar utveckling. Meningsskapande, naturkunskapande, demokratiskapande. ISBN 978-91-7601-322-9 (Doctoral Dissertation) Umeå University

93. Lena Heikka (2015) Matematiklärares målkommunikation - En jämförelse av elevernas uppfattningar, lärarens beskrivningar och den realiserade undervisningen. ISBN: 978-91-7583-446-7 (Licentiate thesis) Luleå University of Technology.
94. Anette Pripp (2016) Välja teknik? Ungdomars röster om valet till gymnasiet tekniprogram. ISBN 978-91-7685-775-5 (Licentiate thesis) Linköping University.
95. Annika Pettersson (2016) Grafisk och algebraisk representation: Gymnasieelevers förståelse av linjära funktioner. ISBN 978-91-7063-705-6 (Licentiate thesis) Karlstad University.
96. Erika Boström (2017) Formativ bedömning: En enkel match eller en svår utmaning?
Effekter av en kompetensutvecklingssatsning på lärarnas praktik och på elevernas prestationer i matematik. ISBN 978-91-7601-706-7 (Doctoral Dissertation) Umeå University.
97. Gustav Bohlin (2017) Evolving germs – Antibiotic resistance and natural selection in education and public communication. ISBN: 978-91-7685-489-1 (Doctoral Dissertation) Linköping University.
98. Daniel Åkerblom (2018) Meningsfullhet i lärandet – hur kan autenticitet förändra undervisningspraktiken? ISBN: 978-91-88761-19-4 (Licentiate thesis) Linnaeus University.
99. Charlotta Nordlöf (2018) Tekniklärares attityder till teknikämnet och teknikundervisningen. ISBN 978-91-7685-328-3 (Licentiate thesis) Linköping University.
100. Johan Boström (2018) Teknik i förskolan – att motverka traditionella könsroller – En aktionsforskningsstudie. ISBN 978-91-7685-307-8 (Licentiate thesis) Linköping University
101. Christian Rydberg (2018) Didaktiska dilemman i undervisning utifrån samhällsdilemman
ISBN 978-91-86295-78-3 (Licentiate thesis) Malmö University
102. Magnus Jansson (2018) Risken blir ju att det blir mer skola av det"! En studie om teknik på fritidshem ISBN 978-91-7685-272-9 (Licentiate thesis) Linköping University
103. Maria Lindfors (2018) "Kunskap är vad du vet, och vet du inte kan du alltid googla!" Elevers epistemic beliefs i naturvetenskaplig undervisningskontext. ISBN 978-91-7601-887-3 (Doctoral Dissertation) Umeå University

104. Felix Schultze (2018) Coteaching chemical bonding with Upper secondary senior students - A way to refine teachers' PCK. ISBN 978-91-7685-211-8 (Licentiate thesis) Linköping University
105. Jörgen Stenlund (2018). Travelling through time – Students' interpretation of evolutionary time in dynamic visualizations. ISBN 978-91-7685-121-0 (Licentiate thesis) Linköping University
106. Johanna Andersson (2019). Barns teckningar som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet. ISBN 978-91-7685-045-9 (Doctoral Dissertation) Linköping University

Avhandlingen *Barns teckningar som utgångspunkt i det naturvetenskapliga samtalet* behandlar barns begreppsbildning med fokus på deras föreställningar. En socialkonstruktivistisk syn på lärande utgör avhandlingens teoretiska ramverk. Det övergripande syftet med avhandlingen är att i samtal med barn i åldrarna 4-13 år och med utgångspunkt i deras teckningar, utveckla kunskap om de föreställningar de ger uttryck för gällande fyra naturvetenskapliga områden: värme, blandning, människokroppen och vad som är levande/inte levande. Denna kunskap bidrar till forskningsfältet inom lärande av naturvetenskap och kan även ge en förståelse av barns föreställningar till verksamma och blivande lärare. Avhandlingen diskuterar metodologiska aspekter kring att använda teckningar som metod för att fånga barns föreställningar.

Resultaten visar att barns föreställningar om blandningar var något mer utvecklade än vad som visats i tidigare studier, medan deras föreställningar gällande värme överensstämde med vad som tidigare rapporterats. Barnen känner till fler organ i människokroppen och visar, till skillnad från vad som framkommit i tidigare forskning, förmåga att rita kopplingar mellan organen. När det gäller levande/inte levande talar en majoritet av barnen om död som en motsats till liv och några ritade att det som inte lever tidigare har levt. Barn som är medvetna om mikroskopiska objekt klassificerar dem som levande. Förklaringarna visar på en inkonsekvens i deras resonemang om växter lever eller inte.

Metodologiskt framkom att barns föreställningar med fördel fångas genom deras egna teckningar tillsammans med deras förklaringar av dessa. Teckningarna fungerar även som hjälpmedel för att föra fram och delge olika resonemang. Förutom teckningarnas betydelse diskuteras skillnaden mellan kontextualiserade och dekontextualiserade uppgifter, relationen mellan det abstrakta och det konkreta samt om uppgiftens fokus är på struktur eller process.

Johanna Andersson arbetar vid Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier vid Linköpings universitet. Hon har en bakgrund som grundskollärare med inriktning mot matematik och naturvetenskap. Hennes forskningsintresse rör naturvetenskapens didaktik med fokus på barns förståelse och lärande.

UTBILDNINGSVETENSKAP

Studies in Science and Technology Education No. 106, 2019
Department of Social and Welfare Studies

Linköping University
SE-581 83 Linköping, Sweden

www.liu.se