

Yngre elevers lärande om naturen

Yngre elevers lärande om naturen

En studie av kommunikation om modeller i
institutionella kontexter

Monica Haraldsson Sträng



© MONICA HARALDSSON STRÄNG, 2013.

ISSN 0436-1121

ISBN 978-91-7346-740-7

Akademisk avhandling i pedagogik, vid Institutionen för pedagogik, kommunikation och lärande

Avhandlingen finns även i fulltext på:

<http://hdl.handle.net/2077/32447>

Prenumeration på serien eller beställningar av enskilda exemplar skickas till:

Acta Universitatis Gothoburgensis, Box 222, 40530 Göteborg,

eller till acta@ub.gu.se

Foto: Marcus Haraldsson

Tryck:

Ineko, Kålleröd 2013

Abstract

Title	Young students learning about nature: Communication about models in institutional contexts
Language	Swedish with an English summary
Keywords	Young students, communication, social practice, mediation, meaning-making, nature, models
ISBN	ISBN 978-91-7346-740-7

The aim of the study is to draw attention to and examine how young students (approximately 5-13 years) are involved in communication about nature, what approaches to nature are mediated in the social practices of preschool, school, and a science center, and how functional these approaches may be as providing learners with tools for making sense in other situations in everyday life and society. Empirical investigations were carried out by observations, tape recordings and video recordings of interaction in different educational contexts and presented in three studies. The first study is about a group of preschool children (5 years old) and their teacher visiting an exhibition about the water flow at a science center and the teacher communicating with the children about their visit during circle time at the preschool. The second study is about conversations about the water cycle between teachers and young students (8-10 years old) at a primary school, with a prop in the form of a photograph taken in a real rainforest. The third study is about students (12-13 years old) working in pairs in a computer-simulated micro world of ecological processes on an African savanna. Taking a sociocultural perspective, the results indicate that in all the studied contexts, the conversations between the students and teachers were characterized by being indistinct, i.e. not being conducted within a distinct discourse. The students had difficulties following the teachers' communication strategies. It seemed to be important for the teachers that the students themselves understood what the conversation was about and to arrive at the right answer. Students' possibility to express their knowledge is closely dependent on the adults' strategies. The most successful strategy for students is to follow the teacher's way of speaking. This leads to the fact that some students succeed to talk in such a way that is expected by the teacher in the conversation. When the teacher is absent the students make sense by referring to their previous experience. Without support by the teacher the students thus thematize nature on their own terms. In the investigated activities the models are handled as if being self-illustrative. Models, as such, and how they are related to what they refer to was never explained by the teachers in the studied activities.

Innehåll

Förord	
1. Inledning	11
Studiens syfte	13
Läsanvisning	14
2. Piaget och lärande i ett konstruktivistiskt perspektiv	17
Socialkonstruktivism – elevens lärande i sociala sammanhang	22
Elevens lärande om naturvetenskapliga modeller	23
Forskning om begreppsbyggnad inom en konstruktivistisk tradition	24
Studier av barns uppfattningar av fenomen i naturen	25
Yngre elevers förståelse av begrepp i ett socialkonstruktivistiskt perspektiv	26
Yngre elevers förståelse av begrepp i olika undervisningskontexter	31
Sammanfattning	34
Skolkulturen blir synlig	34
Olika diskurser	34
Språkets roll vid analyser av begreppsbyggnad	35
3. Vygotsky och lärande i ett sociokulturellt perspektiv	37
Lärande	37
Synen på lärande i institutionaliserad praktik	41
Scaffolding	45
Forskning med fokus på lärandeprocesser ur ett sociokulturellt perspektiv	50
Betydelsen av elevers egna erfarenheter för att förstå omvärlden	51
Hantering av begrepp i olika kontexter med varierade medierande redskap	53
Interaktion med inriktning mot utveckling och lärande av både begrepp- och processkunskap	63
Sammanfattning	68
Scaffoldingstrategier med fokus på innehåll	68
Scaffoldingstrategier med fokus på kulturella redskap	68
Vardagliga kontra vetenskapliga begrepp som innehåll i kommunikationen	69
Elevers meningsskapande processer	69
Avhandlingens problem i förhållande till tidigare forskning	70
4. Empiriska studier	73
Metod	73
Forskningsprocessen	74
Etiska överväganden	75
5. Sammanfattning av studierna	77
6. Resultat och diskussion	83
Elevers möjlighet att förstå modeller i institutionella kontexter	84
Lärares roll	86
Vidare forskning	87
Slutord	87
English summary	89
Referenser	103
Studie I – III	

Studierna

Studie I: Sträng, M. H., & Åberg-Bengtsson, L. (2009). 'From the mountain and then?' Five-years-olds visiting the 'Way of the water' exhibition at a science centre. *International Journal of Early Childhood*, 41(1), 13-31.

Studie II: Sträng, M. H., & Åberg-Bengtsson, L. (2010). "Where do you think the water comes from?" Teacher-pupil dialogues about water as an environmental phenomenon. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54(4), 313-333.

Studie III: Sträng, M. H. (manus). "We don't have any that eat others": Thirteen year olds interacting with a simulation of ecological processes of the African savannah.

Förord

När jag i skrivande stund just står i begrepp att avsluta mitt långa avhandlingsarbete framträder en vandring i Sarek som en sinnebild för utmaningen. Den högalpina dalgången Pastavagge är mycket omväxlande och oerhört spännande. Efter en morgon i strålände solsken bryter snabbt ett oväder ut med kraftfullt ösregn. Från berget Takartjåkkå, störtar vattenmassor från regn och smält snö ner i ett tillflöde till Lulep Pastajåkkå – en forsande bred och djup jokk som jag måste ta mig över... men hur? Här krävs en kraftansträngning!

Ni är många som har stöttat mig under åren och jag vill här och nu tacka er alla. Ingen nämnd och ingen glömd. Det är ändå några som jag måste få lyfta fram i ett särskilt varmt Tack. Det gäller först och främst mina handledare Niklas Pramling, Roger Säljö och Lisbeth Åberg-Bengtsson som funnits med under avhandlingsarbetets olika skeden. Tack Lisbeth för ditt engagemang, din kunniga och tålmodiga handledning! Tack Roger för din uthållighet och ypperliga konstruktiva kritik! Tack Niklas för din tydliga ledning och ditt stöd för att få ihop delarna till en helhet! Vidare vill jag tacka Jan Schoultz för värdefulla synpunkter i samband med slutseminariet samt Lisbeth Söderberg och Carin Johansson för all hjälp som bidragit till att arbetet slutförts.

Med ert professionella stöd har avhandlingsarbetet varit möjligt.

Bland alla de vänner som följt mig under åren vill jag speciellt nämna Inger Nilsson och Lena Bergström. Tack Inger och Lena för all glädjefylld inspiration som har gett mig styrka att gå vidare!

Sist men inte minst tackar jag av hjärtat min man Inge och mina söner Stefan och Marcus. Det var ni som var med mig på den verkliga vandringen i Sarek och med vars hjälp jag kom över jokken. Ni har pålitligt funnits vid min sida under alla slingrande stigar jag provat under åren.

Med ert kärleksfulla stöd blev utmaningen möjlig.

Monica Haraldsson Sträng

Steneby i mars 2013

1. Inledning

Ett demokratiskt samhälle ställer krav på att medborgare har relevanta kunskaper om politiskt viktiga områden. Idag handlar samhällsdiskussionen i stor utsträckning om frågor som rör miljökonsekvenser av den tekniska utvecklingen och av människors livsstil. En ledande idé är att människor skall tillgodose sina behov utan att äventyra kommande generationers livschanser. Begreppet ”hållbar utveckling” (engelska: sustainable development) introducerades under 1980-talet, bland annat genom den så kallade Brundtlandrapporten (1987). Komplexa frågor av detta slag, som tidigare i första hand diskuterades av små grupper av experter (SOU 2003:31), förväntas numera engagera och förhandlas av en bred allmänhet.

I avsikt att utveckla förståelse för samband mellan allmänhetens naturvetenskapliga kunskap och experters förståelse av komplexa samhällsliga problem och processer har sedan mitten av 1980-talet en rad nya forskningsområden utvecklats. Dessa områden går under olika beteckningar som science for all, scientific literacy, public understanding of science och science for democracy (se exempelvis Aikenhead, 2006; Linder, Östman, Roberts, Wickman, Erickson, & MacKinnon, 2011; Solomon, 1997; Sheldrake, 2008; Sjöberg, 2000).

Samtidigt som behov av en medborgerlig kunskap i och om naturvetenskap i allt högre grad efterfrågas, nås vi av rapporter om att intresset för naturvetenskap bland elever i grund- och gymnasieskolan minskar (se exempelvis Skolverket, 2008). Därtill visar Skolverket (2009a, 2010) att elevers resultat i internationella studier tyder på en negativ utveckling från mitten av 1990-talet till år 2009 (även om Sverige fortfarande ligger på en genomsnittlig nivå eller över genomsnittet i förhållande till de övriga länderna i de flesta mätningar). Fördjupade analyser av data i rapporter om naturvetenskap i tidiga åldrar visar att undervisningen inte motsvarar läroplanernas krav (Skolverket, 2009b). Skolverket förklarar att denna negativa trend till stor del hänger samman med bristande kompetens hos lärarna att undervisa i de naturorienterande ämnena (s.16). I syfte att bland annat öka intresset för naturvetenskap har såväl politiker som forskare och företrädare för näringsliv och skola börjat intressera sig för ”nya arenor för lärande” (Anderson, Lucas & Ginns, 2003). Det handlar bland annat om att utveckla och utnyttja vetenskapscentra, museer, och olika multimodala arrangemang¹ som barn kan möta utanför den formellt organiserade

¹ Med multimodal menas kombinationer av ljud, bild, text, animeringar etc.

undervisningen i det traditionella klassrummet. Som skäl för denna utvidgning av lärandemiljön anges bland annat vikten av att skolan måste använda fler av samhällets resurser som kunskapskällor för lärande, och att eleven skall kunna förena erfarenheter och upplevelser från olika sammanhang. Genom upplevelser av utställningar, föredrag och debatter antas ungdomar stimuleras till att arbeta med konkreta uppgifter och skapa egna framtidsvisioner (VA-rapport, 2004:2).

I takt med att allt högre förväntningar på kunskaper artikuleras, påpekas också vikten av att eleven tidigt i utbildningen, och helst redan i förskolan, får möta naturvetenskapligt innehåll (Nelson, 2001; Pramling Samuelsson & Kaga, 2008; Siraj-Blatchford, et al., 2008). Som skäl anges bland annat att människor behöver få hjälp med att förstå sin omgivning, och att naturvetenskapligt tänkande är en central förmåga i livet som måste lyftas fram och utvecklas tidigt. Andra synpunkter handlar om att barns tidiga upplevelser i natur och miljö kan stimulera, engagera och entusiasmera dem för naturvetenskap i senare skede av utbildningen (Skolverket, 2010). På nationell nivå uttrycks även behov av en tidig avstämning av elevers kunskap inom de naturorienterade områdena för att höja kvaliteten i utbildningen (Prop. 2008/09:87).

Skolpolitiska beslut med avsikt att öka utbildningens måluppfyllelse har lett till att omfattande reformer genomfördes år 2011. De omfattar en ny skollag, förändrad läroplan för förskolan, nya läroplaner för den obligatoriska skolan, en ny gymnasieskola och en ny betygsskala (Skolverket, 2011). En viktig del i reformarbetet utgör stöd för lärare att bedöma elevers förmåga att arbeta med naturvetenskapligt innehåll. I de nämnda dokumenten bedöms undervisning² i naturvetenskap i förskolan och de tidigare åren i skolan vara av fundamental betydelse för elevers lärande såväl i senare skolår som i vuxen ålder (Utbildningsdepartementet, 2010; Skolverket, 2011).

Föreliggande avhandling handlar om hur yngre elever engageras i samtal om naturen, vilka synsätt på naturen som medieras i olika praktiker, och hur funktionella dessa synsätt är som redskap för att skapa mening i andra situationer i vardag och samhälle.

Som framgår i inledningstexten finns det ett antal faktorer som motiverar studier av yngre elevers lärande om naturen. Det handlar såväl om nya arenor för lärande som utökade kunskapskällor för skolans undervisning men också om vidgade läroplansmål. Det förhärskande perspektivet inom forskning om lärande om naturen har varit konstruktivismen. Forskningsstudier av elevers begrepps-förståelse i naturvetenskap har i huvudsak gällt äldre elever (Zetterqvist & Kärrqvist, 2007). En orsak till denna fokusering på äldre åldrar kan, enligt White

² Den nya skollagen använder begreppet undervisning för all pedagogisk verksamhet, dvs. även i förskolan.

1. INLEDNING

(2003), möjligen sökas i Piagets stadieteori (Inhelder & Piaget, 1958). White (2003) förmodar att förmågan till ett abstrakt operationellt tänkande, som antas utvecklas vid cirka 11 års ålder, ansetts nödvändig för att det skulle vara meningsfullt att studera elevers förståelse av naturvetenskapliga begrepp. Ytterligare en orsak kan vara att de forskare som intresserat sig för lärande i yngre åldrar oftast inte har haft en naturvetenskaplig bakgrund. De har därmed möjligen kunnat vara mindre benägna att genomföra studier som handlat om naturvetenskap. Dominansen av forskning rörande äldre elever inom en konstruktivistisk tradition motiverar ytterligare behovet av att genomföra studier av yngre elevers lärande.

Studiens syfte

Studien tar sin utgångspunkt i ett sociokulturellt perspektiv och baseras på kvalitativ analys av kommunikationsprocesser i olika kontexter.

Avhandlingens specifika forskningsfrågor handlar om vad som sker i interaktionen mellan lärare och yngre elever³ med avseende på:

- vilka kommunikativa strategier eller samtalsmönster kan urskiljas?
- hur medieras kunskap om naturen i dessa samtal?
- vad kännetecknar elevens meningsskapande i dessa aktiviteter?

I de empiriska studierna exemplifieras naturen av fenomenet vatten, vattnets kretslopp och ekologiska samband. Mot bakgrund av att fysikaliska och kemiska egenskaper hos vatten och förståelse av vattnets kretslopp utgör kursplanemål i såväl förskolans som skolans undervisning, är de i sig intressanta som innehållsliga exempel. Fenomenet vatten är ständigt närvarande i omgivningen och i människors liv. Där kan det konkret upplevas genom alla sinnen. Begreppet vattnets kretslopp, eller hydrologiska cirkel, är en naturvetenskaplig benämning på vattnets ständiga cirkulation mellan hav, atmosfär och land genom avdunstning, kondensation, nederbörd och avrinning (Pidwirny, 2006). Kunskap om vattnets egenskaper, faser och cirkulation är också fundamental för förståelse av såväl ekologiska som sociala samband och relevanta för att förstå förutsättningar för en hållbar utveckling. Kunskapsområdet ekologi omfattar vetenskapen om de levande varelsernas relationer till sin omvärld. Kunskapsområdet var fram till för några decennier sedan okänt för allmänheten. Idag utgör kunskap om ekologiska samband och konsekvenser ett centralt innehåll i de naturorienterande ämnena för såväl årskurs 1-3 som 4-6 och därtill en

³ Utifrån den organisationsstruktur som gäller i skolans styrdokument innebär benämningen "yngre elever", som jag använder i min text, i själva verket "äldre förskolebarn och skolans yngre elever", dvs. i verksamhet i förskola, låg- och mellanstadium.

dimension i idén om hållbar utveckling (Skolverket, 2011). I min studie representeras ekologiska samband av näringskedjor som betecknar samband och beroenden mellan producenter och konsumenter i ett ekosystem. Inom forskningsområdet hållbar utveckling används idag i hög grad begreppet näringsvävar, eftersom det anses vara mer adekvat än begreppet näringskedjor för de oftast komplexa samband som råder i ekosystem.

Läsanvisning

Avhandlingen behandlar yngre elevers lärande om naturen med fokus på kommunikation om modeller i institutionella kontexter. Begreppen natur och kommunikation är centrala begrepp i arbetet.

I en vardaglig diskurs används begreppet natur ofta för att representera fysiska och materiella realiteter och sätts då i motsats till begreppet kultur som ses som produkten av mänsklig inblandning och produktion (Hankins, 1985). I ett sociokulturellt och sociohistoriskt perspektiv betraktas naturen som en del av en mänsklig kultur och naturen är en viktig del av kunskapsbildning i alla samhällen. Naturen kan ses i termer av dess komponenter, till exempel olika ämnen men den kan även beskrivas som en enhet i sig själv. I en utbildningsdiskurs, när natur utgör en innehållslig aspekt i undervisning, representerar valet av vad som uppmärksammas alltid ett visst intresse, med grund i läroplaners mål och värden (Lemke, 1993). Av detta följer att ett intresse för kommunikation i institutionella kontexter, dvs. i undervisningssituationer, fokuserar hur deltagare i aktiviteter kommunicerar, dvs. medierar – i detta fall – naturen och modeller om naturliga processer.

Avhandlingen består av två delar. Del I omfattar en inledning, studiens syfte och en läsanvisning (kapitel 1). Därefter följer ett kapitel som handlar om Piaget och konstruktivismen följt av redovisningar av studier om begreppsbildning inom denna tradition (kapitel 2). Forskning om elevers lärande om naturen har under decennier dominerats av konstruktivismen som ett samlande perspektiv. Avsikten är därför att dels visa på några av fundamenten inom denna teoriram, dels göra några korta nedslag i förändringar av forskningen inom denna tradition över tid. Vidare lyfter jag fram några viktiga resultat från denna forsknings-tradition som jag kommer att återknyta mina egna resultat till. I kapitel 3 presenteras avhandlingens epistemologiska utgångspunkter, ett sociokulturellt perspektiv med grund i Vygotsky⁴ samt forskningsstudier inom denna tradition med fokus på kommunikation och interaktion i olika kontexter. I detta kapitel

⁴ Jag har valt stavningen Vygotsky. Skälet är att jag framför allt hänvisar till hans texter i engelsk översättning och därför valt en enhetlig stavning i den löpande texten.

1. INLEDNING

betonas begreppen appropriering, mediering och scaffolding. De forskningsresultat som presenteras är betydelsefulla för utformningen av avhandlingens forskningsfrågor. I nästföljande metodkapitel (4) beskrivs de metodval som legat till grund för genomförandet av de empiriska studierna. Därtill reflekterar jag kring forskarens roll liksom möjliga konsekvenser för dennes tolkningar och slutsatser av resultat. Kapitel 5 består av sammanfattningar av avhandlingens empiriska studier, dvs. tre artiklarna. Det avslutande kapitlet (6) består dels av det samlade resultatet i förhållande till tidigare forskning och teoretiska ramverk, dels av en slutdiskussion som mynnar ut i ett behov av vidare forskning.

Avhandlingens andra del består av de tre delstudierna:

Studie I: Sträng, M. H., & Åberg-Bengtsson, L. (2009). 'From the mountain and then?' Five-years-olds visiting the 'Way of the water' exhibition at a science centre. *International Journal of Early Childhood*, 41(1), 13-31.

Studie II: Sträng, M. H., & Åberg-Bengtsson, L. (2010). "Where do you think the water comes from?" Teacher-pupil dialogues about water as an environmental phenomenon. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54(4), 313-333.

Studie III: Sträng, M. H. (manus). "We don't have any that eat others": Thirteen year olds interacting with a simulation of ecological processes of the African savannah.

2. Piaget och lärande i ett konstruktivistiskt perspektiv

Med utgångspunkt i en introducerande text om Piagets stadieteori ges en kort sammanfattning av huvudfåran i forskning om lärande i naturvetenskap i unga åldrar och dess utveckling från 1960-talet och fram till idag. Min huvudsakliga avsikt med denna sammanfattning är att visa på utvecklingen och utvidgningen av forskningen inom denna tradition.

Forskning om lärande i naturvetenskap har under decennierna efter 1960-talet starkt påverkats av de arbeten som genomfördes av Piaget och hans medarbetare (Sjöberg, 2000). Av största vikt blev Piagets idé om att människans förmåga att tänka är förenad med medfödda psykologiska och biologiska strukturer eller scheman (Piaget, 1983). Enligt Piaget föds barnet med en biologiskt grundad intellektuell funktion i form av kognitiva strukturer för bearbetning av omgivningen. Strukturerna, som Piaget betecknade som ”kognitiva scheman”, antas ha funktioner som ger intellektuella förutsättningar för att förstå, tänka, resonera och kunna. Enligt Piagets teori kan flera scheman vara besläktade med tanke på likheter och inre sammanhang. Större grupperingar av scheman ger förutsättningar för utveckling mot högre nivåer i tänkandet när barnet utforskar och konstruerar en uppfattning om omgivningen. Tonvikten ligger på barnets utveckling vilken antas bestå av en mental anpassningsprocess (*adaptionprocess*) i varje given situation. Processen, eller snarare två komplementära delprocesser: *assimilation* och *ackommodation*, fortlöper parallellt och oförändrat och pågår under hela livet. Behållningen av processerna, den kunskap som lärs, förändras kvalitativt efter hand som individen utvecklas. *Assimilation* (sammansmältning) äger rum när vi anpassar nya erfarenheter i våra gamla tankemönster (Piaget, 1983). Tolkningar görs med hjälp av den kunskap - de scheman - som redan finns. Det nya tolkas och förklaras utifrån det man redan kan. Om det som individen redan kan inte räcker till för att tolka det nya, sker en ombildning av de kognitiva schemana, och den andra delprocessen, *ackommodationen*, verkar. Drivkraften för inlärningsprocessen i sin helhet är enligt Piaget (1951, 2000) *jämviktsprincipen*. Den betraktas som ett medfött behov till inre jämvikt och är en självreglerande process.

Bristande jämvikt antas uppkomma när individens uppfattning av omgivningen inte stämmer med de sinnesintryck man får. När ett barn exempelvis ser att ett golv är torrt fast vatten tidigare har spillts ut på golvet (Bar,

1989) uppstår en obalans, ett diseqvilibrum. Barnets tolkning av vart vattnet tagit vägen, utifrån de scheman som redan finns, är otillräckliga för att förstå den nya situationen. För att jämvikt, ekvilibrium, skall uppnås, omskapas de kognitiva strukturerna så att en grundläggande förändring sker i barnets sätt att t.ex. tolka att vatten avdunstar. I denna ”utmaning” ligger *en inre motivation* för att finna en hållbar tolkning av vad man ser och upplever. Denna självreglerande process utgör en central del i intellektuell förståelseutveckling.

En av huvudprinciperna i Piagets teori är att barnet passerar olika utvecklingsstadier. Piaget beskrev en kumulativ utvecklingsprocess genom att definiera ett antal kvalitativt skilda nivåer av kognitiva strukturer (Piaget & Inhelder, 1958). Dessa har en given ordningsföljd, under vilken barnets tankeförmåga skiljer sig åt. De olika stadierna benämns: Det sensomotoriska stadiet, det preoperationella eller intuitiva stadiet, det konkret operationella stadiet och det abstrakt operationella stadiet. Det sista stadiet beräknas barnet uppnå vid 11-12 års ålder. Då antas barnet ha uppnått en mognadsnivå som möjliggör utvecklande av abstrakta resonemang, och förmågan att tänka logiskt. Denna utvecklingsnivå skiljer sig från den tidigare, genom att barnet nu exempelvis har kognitiva förutsättningar för att konstruera en egen uppfattning om någonting bortom det rent synliga och konkreta i omgivningen (Piaget, 1951).

Av Piagets stadieteori är det främst utvecklingen från en konkret operationell nivå till abstrakt operationell nivå som ansågs vara banbrytande för inlärningsforskningen. I en tid då synen på mänsklig kunskap var präglad av en positivistisk vetenskapssyn,⁵ var Piagets forskning omvälvande (för en utförlig vetenskapsfilosofisk diskussion, se von Wright, 1971). Vetenskapliga studier av elevers kunskaper hade tidigare i huvudsak handlat om elevers observerbara beteenden och kvantifierbar kunskap av faktakaraktär. Nu sökte Piaget, med grund i sina studier av barns tänkande, utveckla en generell teori om människans förmåga att uppfatta sin omvärld. Piagets arbete fick, genom denna förflyttning av fokus, avgörande betydelse och öppnade enligt Forman (1977) helt nya vägar för forskning.

En orsak till att en Piaget-grundad forskning fick ett så snabbt genombrott under 1960-talet går att finna i ”Sputnikkrisen”⁶, det vill säga ett kritiskt politiskt läge under det ”kalla kriget” (Sjöberg, 2000). I en politisk granskning av USA:s förutsättningar i kapprustningen debatterades även skolornas naturvetenskapliga undervisning. Som en följd av granskningen togs politiska beslut om att natur-

⁵ Positivismen är en vetenskapsfilosofi vars tradition har sitt ursprung från Comte (1798-1857) och Mill (1806-1873).

⁶ Den 4 oktober 1957 då Sovjetunionen, i kapprustningen med USA, sänder upp satelliten Sputnik 1 i en bana runt jorden.

2. PIAGET OCH LÄRANDE I ETT KONSTRUKTIVISTISKT PERSPEKTIV

vetenskapliga utbildningar behövde utvecklas och kvalitativt förbättras. I detta skede betraktades Piagets kunskapsteoretiska idéer som mycket intressanta. Enligt Head (1985) sågs Piagets stadieteori som en resurs för forskning och utvecklingsarbete. Med mål att förverkliga en ändamålsenlig sammanbindning mellan läroplansinnehåll och elevförmåga, initierades samarbete mellan läroplansutvecklare, naturvetare och forskare, framförallt forskare inom psykologi, bland andra Jerome Bruner (1970). Han förklarade de pedagogiska konsekvenserna av Piagets teori och deltog i utvecklandet av ett så kallat "spiral curriculum". Den grundläggande idén låg i att lärostoff, avsett för skolans naturvetenskapliga undervisning, kunde väljas, ordnas och omformas som ett strukturerat mönster, från en enklare till en mer avancerad form. Därefter kunde såväl lärostoff som arbetssätt och presentationsformer anpassas till elevens olika utvecklingsfaser. Forskning om människans lärande hade fram till denna tidpunkt främst bedrivits inom ramen för en behavioristisk tradition. Nu utvecklades ett nytt forskningsfält som riktades mot elevföreställningar om naturvetenskapliga begrepp. Med sin kognitiva psykologiska teori om vikten av ämnets specifika struktur för individens lärande, bidrog Bruner med nya forskningsperspektiv.

Piagets forskning var dock i första hand inte inriktad på skolpedagogik utan handlade om individens kunskapsutveckling (Piaget, 1968). I fokus för Piagets vetenskapliga uppmärksamhet stod barns utveckling, exempelvis barns sätt att resonera och föreställa sig omvärlden, och han tonade ner kopplingen till undervisning. I Piagets intresse låg att klarlägga vilka idéer barn utvecklade om den fysiska omvärlden och hur de resonerade när de gjorde upptäckter i sin omvärld (Piaget, 1951). Syftet med de tidiga studierna var enligt honom själv dels att undersöka i vilken grad barnet kunde urskilja den externa, verkliga, världen från en intern och subjektiv föreställningsvärld, dels att klarlägga vad barnet betraktade som orsak och verkan. Enligt Piaget låg förutsättningen för att kunna studera sådana företeelser i utvecklandet av en teoretiskt hållbar forskningsmetodik. "In order to assess a child's statement at its true worth the most minute precautions are necessary" (Piaget, 1951, s. 6). Piaget avfärdade testning och ren observation, p.g.a. deras stereotypa former. Han kom fram till att den kliniska intervjun var mest lämpad att utgå ifrån.

Since the clinical method has rendered such important service in a domain where formerly all was disorder and confusion, child psychology would make a great mistake to neglect it. (Piaget, 1951, s. 8)

Ur Piagets egen teoretiska diskussion, i samband med utvecklandet av den 'kliniska intervjun' är några metodiska ställningstaganden om språkets roll

intressanta att uppmärksamma. Det handlar om hur man skulle kunna studera barns tankar när barnets tänkande är förknippat med att använda ord.

It may be that the children realise what a word is, but have no means of expressing the idea, for the word "word" implies for them the presence of the thing itself, in which case the experiment is of no value. (Piaget, 1951, s. 57)

Enligt Piaget låg det en utmaning i att kunna tolka om barnet uppfattar ett begrepp eller namn som ett subjekt eller objekt, som symboler eller ting. Vidare var det av vikt att finna om begreppet eller namnet har upptäckts genom egen observation eller valts utan något specifikt skäl.

The problem of names involves the same difficulties which came to light in studying dualism that exists in the child's mind between internal and external. Are names in the subject or the object? Are they signs or things? Have they been discovered by observation or chosen without any objective reason? (Piaget, 1951, s. 61)

Frågans utformning var central i utformandet av den kliniska intervjun. Frågor som ställs till barnet skall vara av sådant slag att barnet aldrig kan tänkas ha ställt dem självt. Därtill skall frågan vara utformad på sådant sätt att barnet uppmuntras att tala på ett avspänt sätt istället för att ledas in mot en konstlad uppsättning av frågor och svar. Den gyllene regeln under intervjun är att undvika att ge barnet förslag, dvs. undvika att föreslå ett speciellt svar bland alla som är möjliga. Följdfrågor, som leder till att barnet håller fast vid sin ståndpunkt, liksom till att barnet gissar, anses vara ointressanta: "The suggested conviction is of no interest to the psychologist" (Piaget, 1951, s. 15).

Samtliga intervjuer i Piagets studier genomfördes av specialister som var tränade i klinisk praktik och de utfördes under liknande förhållanden. Vid granskningen av barnens svar skiljer Piaget och hans forskarkolleger ut svar som kan vara orsakade av vuxnas influenser från svar som kan vara grundade i barnets ursprungliga reaktioner. För att kunna särskilja ursprunget i barnets svar är det, enligt Piaget, viktigare att tolka barnets uppfattning av verkligheten än barnets språkliga formulering.

Under 1970-talet genomfördes bland annat flera storskaliga forskningsprojekt för att systematiskt pröva relevansen av Piagets stadieteori (Head, 1985). En förgrundsgestalt var Shayer som under tidigt 70-tal genomförde detaljerade analyser av naturvetenskapligt innehåll i läroböcker i relation till Piagets beskrivna kunskapsnivåer (Shayer & Adey, 1981). Genom ett antal nyanseringar av framkomna resultat från sådana projekt, utvecklade Shayer en modell för en teoretisk, logisk progression mellan elevens utvecklingsnivå och innehållsligt stoff i läromedel. Sådana samband byggde på Bruners idé (1975) att barnet finner ett slags överensstämmelse mellan vad det gör i den externa världen och sin inre intellektuella struktur av vad det redan behärskar.

2. PIAGET OCH LÄRANDE I ETT KONSTRUKTIVISTISKT PERSPEKTIV

Utifrån Shayers så kallade ”forskningsmodell” genomfördes omfattande internationella studier med analyser av hur stadieteorin bar empiriskt (bl.a. av Andersson, 1976). Forskningen betecknades närmast som ett ”forskningsprogram”⁷ (se Lakatos, 1974) och resultat från skilda länder fick enligt Sjöberg (2000) snabb spridning genom främst internationella facktidskrifter för naturvetenskaplig undervisning. Som en följd av programmet utarbetades detaljerade arbetsinstrument eller tester med avsikt att föra eleven till en naturvetenskaplig kunskap (Shayer & Adey, 1981). Därtill konstruerades modeller för hur instruktioner och innehåll skulle organiseras i undervisningssekvenser med ökande komplexitet för att uppnå optimalt lärande (Reigeluth & Stein, 1983). Anpassningsmodellen fick genom detta stor genomslagskraft för både forskning och undervisning i naturvetenskap i skolan.

Efterhand växte kritiken, från såväl praktiker som forskare, främst mot forskningens centrerande kring formella och logiska aspekter av elevers tankar i relation till vetenskapliga förklaringar (Baker, Peterson & McGaw, 2007). Ett argument, som kom att få stor betydelse för forskning framfördes av Driver och Easley (1978). Med tydlig förankring i såväl Piagets kunskapsteori som hans tidiga studier av barns tankar lyfte de fram betydelsen av att sätta fokus på barns personliga sätt att konstruera egna konkreta teorier om världen. I början av 1980-talet beskrev bland andra Driver (1983) barns uppfattningar av omvärlden som ”alternativa” till de vetenskapliga. Med stöd av Ausubel som vidareutvecklat teorier om meningsfullt lärande (Ausubel, 1968; Ausubel, Novak & Hanesian, 1978) argumenterade hon för att undervisning i naturvetenskap behövde designas på ett sådant sätt att den inbegrep såväl barns egna teorier som naturvetenskapliga begrepp. Ausubels grundsyn är väl känd inte minst genom följande citat: “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” (Ausubel, 1968, s. 18). Vi kan säga att detta nya synsätt kom att ge en grund för utvecklandet av ett konkurrerande forskningsprogram riktat mot att analysera elevers begreppsutveckling (conceptual change) från en initial förförståelse (preconception) till en mer vetenskaplig förståelse (scientific conception). Följden blev att en ny stark internationell forskningstradition utvecklades och att storskaliga utvärderingsprojekt med fokus på elevers förståelse av naturvetenskapliga begrepp genomfördes.

⁷ Lakatos definition bygger på att ett forskningsprogram består av en kärna (”core”) av teoretiska antaganden och att det därtill kan vara progressivt eller degenerativt.

Från 1980-talet dominerades forskning om elevers lärande i naturvetenskap av ett *konstruktivistiskt* synsätt inom vilket Piagets teoribildning var central (se exempelvis Driver et al., 1994; Leach & Scott, 2003; Sjöberg, 2000). Head (1985) härleder termen konstruktivism till Kellys arbete i mitten av 50-talet om vikten av att förstå individens sätt att göra omvärlden begriplig genom att hon/han konstruerar kunskap om den omgivande världen (för en detaljerad beskrivning, se Bannister & Fransella, 1971). Forskning om elevers uppfattningar av naturvetenskapliga begrepp, dvs. vetenskapliga förklaringsmodeller av fenomen och företeelser i naturen, expanderade kraftigt under 1970- och 1980-talen. Som exempel på hur omfattande denna forskning var från slutet av 1970-talet till våra dagar, kan nämnas att det år 2009 fanns cirka 8400 publicerade forskningsstudier samlade i en databas på Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) i Kiel (se Duit, 2009). Initialt kategoriserades artiklarna i databasen efter elevers uppfattningar av varierande fenomen eller begrepp i naturvetenskap. Enligt Duit (2009) uppvisade forskningsstudierna en allt större variation, vilket påtagligt försvårade den initiala kategoriseringen: ”After more than 30 years it has become more and more difficult to adjust the initial system of keywords to the rapid developments in science education research” (Duit, 2009, s. 1). Denna förskjutning från studier av individers förståelse av naturvetenskapliga begrepp till forskning om hur elevens förståelse utvecklas i ett socialt sammanhang förs även fram i andra forskningsöversikter av studier av lärande i naturvetenskap (se exempelvis Helldén, Lindahl & Redfors, 2005).

Socialkonstruktivism – elevens lärande i sociala sammanhang

I början av 1990-talet presenterade en grupp forskare (Driver et al., 1994) ett nytt perspektiv på lärande i naturvetenskap. De ansåg att förklaringar av hur elever lär sig naturvetenskap med nödvändighet behöver ta hänsyn till den sociala interaktionen, eftersom lärande om världen inte sker i ett socialt vakuum.

Over the last years there has been a growing emphasis on the process of interaction in learning. It is recognized that learning about the world does not take place in a social vacuum. (Driver et al., 1994, s. 3)

Enligt Leach och Scott (2003) förenade Driver (1994) individuella och sociala faktorerens betydelse för lärande och exemplifierade idén med stöd av illustrationer från klassrumspraktiker. Teoretiskt hade detta skifte sitt ursprung i Vygotskys teoribildning. Förändringen innebar att synen på individens lärande nu kom att betona undervisningsverksamhet i sociala kontexter (Sjöberg, 2000; Solomon, 1994). Detta synsätt har utvecklats och konsekvensen har blivit att forsknings-

studier som genomförs inom ramen för en konstruktivistisk forskningstradition kan ha olika fokus (Leach & Scott, 2000). Leach och Scott (2003) gör två generella distinktioner vad avser forskningsfokus nämligen: *individual views on learning* och *sociocultural views on learning* (s. 92-93). Ett socialkonstruktivistiskt synsätt, som förenar en individuell och en social aspekt av lärande (Leach & Scott, 2003; Solomon, 1994) anger betydelsen av såväl lärarens som elevens sociala roll i undervisningen i naturvetenskap.

[T]he role of the teacher is to introduce and support the use of knowledge on the social plane of the classroom [...]. The task for the student is to come to understand the scientific ideas, and to internalise (a version of) them for their own personal use. (Leach & Scott, 2003, s. 102)

Lärarens roll är enligt detta perspektiv att introducera och stödja användningen av kunskap. Språk och interaktion med andra spelar således en central roll i detta perspektiv (Sjöberg, 2000, s. 259). Eleven skall förstå de vetenskapliga uppfattningarna och konstruera individuell kunskap.

Sjöberg (2000, s. 298) skriver att begreppet social konstruktivism kan beskrivas med hjälp av begreppet "alternative paradigms". Ett paradigm står enligt Kuhn (1970) för ett enhetligt sätt att tolka verkligheten, det kan ersättas av ett annat men de olika synsätten kan inte rangordnas i relation till varandra. Ett "alternativt" paradigm innebär att det utgör ett annat teoretiskt synsätt än det rådande. Enligt Sjöberg (2000) vilar den sociala konstruktivism som växte fram på antagandet "att verkligheten faktiskt och objektivt existerar men att vår förståelse av den är socialt konstruerad" (s. 296).

Elevers lärande om naturvetenskapliga modeller

Avhandlingens fokus är kommunikation om och genom modeller i olika institutionella lärandemiljöer. Avhandlingens empiri är hämtad från temaundervisning som inbegripit såväl nya arenor för lärande som utökade kunskapskällor i form av besök på ett vetenskapscentrum och användningen av ett datorprogram. Det är anledningen till att jag har intresse av att kort uppmärksamma något om utvecklingen av forskning om elevers lärande i utställningar i muséer och simulerade modeller i digitala miljöer.

Matthews (2007) hävdar att forskningsstudier i dessa miljöer initialt handlade om elevers förståelse av specifika fenomen. Endast ett fåtal studier berörde centrala kunskapsteoretiska frågor om modellernas relevans i de sammanhang de presenteras eller hur eleven relaterade modellerna till de naturvetenskapliga processer och fenomen som de representerade. Under de senaste decennierna har forskare i allt högre utsträckning intresserat sig för effekter av besök på naturvetenskapsmuséer - och centra (se Anderson, Lukas, Ginns & Dierking,

2000). Studierna gäller framförallt elevers förståelse av grundläggande naturvetenskapliga principer som representeras i utställningar och modeller, hur lärandet påverkas över tid och attitydförändringar till naturvetenskap (se exempelvis Dierking et al., 2004). Vidare handlar alltfler forskningsstudier om elevens lärande i naturvetenskap i temaarbete eller projekt som genomförs i samarbete mellan skolans undervisning och vardagliga lärandemiljöer (exempelvis Davidsson, 2009; Fors, 2006; Ljung, 2009).

Studier av elevens lärande i framförallt museimiljöer bygger ofta på en *human constructivist view on learning* (exempelvis Anderson et al., 2003). Detta teoretiska perspektiv utgår ifrån att individens begreppsbildning är en produkt av olika personliga erfarenheter och deltagande i olika kulturella praktiker: ”products of diverse personal experiences, observations of objects and events, culture, language, and explanations” (s. 180).

I sådana studier undersöks bland annat hur elevers tidigare begreppsförståelse, från framförallt skolans undervisning i naturvetenskap, påverkas av erfarenheter i muséet som en lärandemiljö.

Under de senaste åren har forskare i allt större utsträckning gett uttryck för att simulerade modeller av naturvetenskapliga fenomen kan utgöra resurser för elevers lärande. Konsekvensen har blivit att alltfler forskare visar intresse för att studera elevers kunskapsutveckling i samband med hantering av simuleringar och/eller virtuella spelprogram (se Kiboss, Wekesa & Miwangi, 2006; Ligorja & van Veen, 2006; Squire & Klopfer, 2007).

Studier handlar också alltmer om IKT och digitala läromedel som redskap i naturvetenskaplig undervisning (Engström & Svärde-Åberg, 2006).

Forskning om begreppsbildning inom en konstruktivistisk tradition

Ett konstruktivistiskt grundantagande är att kunskap konstrueras av barnet när det är fysiskt aktivt och handskas med objekt i omvärlden, genom att känna, hantera och experimentera. Enligt Säljö (2000) kan detta synsätt i Piagets utvecklingspsykologi, närmast betraktas som ett underförstått ideal om barn som ”den vetgirige miniatyrvetenskapsmannen” (Säljö, 2000, s. 70). Det handlar om ett nyfiket, intresserat, tänkande och ständigt utforskande barn som söker efter att utveckla sin förståelse genom experiment och observationer. Inställningen att barnet kan störas i sitt lärande när någon alltför snabbt förklarar vad det själv kan upptäcka, kan direkt härledas till Piagets påstående att: ”each time one prematurely teaches a child something that he could have discovered for himself, that child is kept from inventing it and consequently from understanding it

completely” (Piaget, 1984, s. 113). (För en utförlig vetenskaplig diskussion om ”det tänkande barnet”, se exempelvis Meadows, 1993.)

Ur det rika utbud som finns att tillgå av studier av elevföreläsningar om naturvetenskapliga begrepp inom den konstruktivistiska traditionen, har jag valt undersökningar som jag menar har specifik relevans för mitt avhandlingsarbete. Mina val av studier bygger på att de i någon grad bör överensstämma med undervisningsinnehållet i avhandlingens empiri, dvs. de uppmärksammar vatten och vattnets kretslopp. Därtill handlar det om studier som har genomförts i olika undervisningskontexter och att forskarna uppmärksammar kommunikativa processer.

Inledningsvis ges en kort inblick i en tidig studie av Piaget (1951) samt i en studie som bygger på Piagets stadieteori (Bar, 1989). Därefter ges exempel på studier som har genomförts i ett socialkonstruktivistiskt perspektiv. Det gäller först några studier (Shepardson & Britsch, 2001; Tytler & Peterson, 2000, 2004; Tytler & Prain, 2007) som undersöker yngre elevers förståelse av vattnets fysikaliska och kemiska egenskaper som fasförändringar relaterade till begreppen avdunstning (evaporation) och vatten som lösningsmedel genom begreppet lösa upp (dissolve). Sedan presenteras två studier som handlar om elevers förståelse av begreppet vattenatomer respektive till vatten i komplexa system i olika undervisningskontexter, besök på ett vetenskapscentrum (Botelho & Morais, 2006) och i samband med utomhusaktiviteter (Ben-Zvi & Orion, 2005).

Studier av barns uppfattningar av fenomen i naturen

Syftet med Piagets tidigaste undersökningar var att ta reda på i vilken grad barn kunde urskilja den externa verkliga världen från en intern och subjektiv föreställningsvärld. Piaget och hans kolleger intervjuade barn i olika åldrar och på olika orter om var vattnet i en sjö eller flod kom ifrån: ”Where does the water in the lake come from?” (Piaget, 1951, s. 328). Piaget lyfte fram att de olikheter som visade sig i barnens svar om vattnets härkomst kunde härledas till barnens individuella erfarenheter. ”At Paris the problem is a different one for the children have not had the same direct experience of the facts of nature as they have at Geneva” (Piaget, 1951, s. 332). Svaren analyserades och kategoriserades i avsikt att finna generella mönster i barns utveckling. Resultatet visade att de yngsta barnen uttryckte sig om konkreta vattenkällor medan de äldre gav mer generella svar.

Med utgångspunkt i Piagets stadieteori genomförde Bar (1987, 1989) två studier om elevers uppfattningar av vatten. Som motiv för studien anger Bar att vattnets kretslopp dels är det viktigaste fenomenet i naturen, dels ett

fundamentalt innehåll i varje läroplan. I den första undersökningen (Bar, 1987) intervjuades elever om var molnen kom ifrån och hur det kom sig att regn faller ner, medan den andra studien (Bar, 1989) handlade om elevers uppfattningar om vattnets kretslopp. I den sistnämnda studien fick israeliska elever (5-11 år gamla) följande fråga: "Water was spilled on the floor. After some time the floor was dry. What happened to the water and where can it be found?" (Bar, 1989, s. 485). I resultatet presenterar Bar några uppfattningar som ansågs vara karaktäristiska för olika åldrar. I den yngre åldersgruppen (5-10 år) var föreställningen att vattnet försvann, att det trängde in i golvet eller in i något annat fast material, vanligast förekommande. Den äldre åldersgruppen (9-15 år) gav främst uttryck för att vattnet avdunstade in i någon behållare. Enstaka äldre elever uppfattade att vattnet avdunstade och spreds i luften. Resultatet från de båda studierna (Bar, 1987, 1989) var samstämmiga. Bar (1989) drar slutsatsen att förståelse för begreppet avdunstning är nödvändig men inte tillräcklig för att förstå vattnets kretslopp. För detta fodras förståelse även för begreppen kondensering (condensation) men också en insikt i att vattenånga och vattendroppar har vikt och underkastas fritt fall.

En jämförelse mellan dessa studier ger vid handen att även om Bar byggde sina studier på Piagets teoribildning skiljde sig analysen av barnens svar åt. Piaget (1951) lyfte fram att barnens individuella erfarenheter påverkar deras uppfattningar om vatten. Bar (1989) analyserade elevernas uppfattningar om vatten i relation till strukturerat innehållsligt stoff i skolans undervisning.

Elevers uppfattningar av de begrepp som Bar lyfte fram som nödvändiga för att förstå delar av en modell för vattnets kretslopp (hydrologiska cirkeln) har studerats av ett stort antal forskare utifrån olika konstruktivistiska synsätt (se exempelvis Löfgren, 2009; Novak & Musonda, 1991). I nästa avsnitt presenteras några av dessa studier som handlar om yngre elevers förståelse av begrepp i samband med fenomenet vatten. Min avsikt i detta sammanhang är inte att lyfta fram elevers begreppsuppfattning utan att uppmärksamma några kommunikativa processer som görs explicita i analyser och resultat.

Yngre elevers förståelse av begrepp i ett socialkonstruktivistiskt perspektiv

Tyler och Peterson (2000) undersökte femåringars förståelse av fenomenet avdunstning under en sexmånaders period. Barnen intervjuades om vad som hände med vattnet i anslutning till fem olika undervisningssekvenser. Varje barns svar från samtliga intervjutillfällen analyserades dels separat, dels gjordes jämförelser inbördes mellan de olika svaren från alla barn. Analysen visade att varje barn

2. PIAGET OCH LÄRANDE I ETT KONSTRUKTIVISTISKT PERSPEKTIV

hade olika uppfattningar om avdunstning vid varje enskilt intervjutillfälle. Barnen hade sinsemellan mycket varierade förklaringar. Utifrån kategoriseringar av samtliga enskilda svar skapade forskarna följande hierarkiskt ordnade taxonomi över barns förståelse av avdunstning. Klassificeringen bygger på en teoretisk syn på utveckling från vardagsföreställningar till en mer vetenskaplig förståelse:

- C1. It's just like that: Refers to responses that explain on the basis that this happens, like "the puddle dried up in the sun... The category includes simple causal statement such as moisture appearing "because of the ice"...
- C2. Associations: Refers to associative thinking that is offered as an explanation in its own right; for example a reference to water "dissolving" into clothes, or the water "drinking up in the sun"...
- C3. Displacement
 - local: The liquid changes position, but not form, as in "dripping to the ground"...
- C4. Displacement
 - water cycle: Refers to responses that mention the water going to the sky, or the sun, or the clouds...
- C5. Air: Water goes into or comes from the air or atmosphere. The critical difference that distinguishes this conception from the water cycle conception is the implication that water goes 'into' air as a local entity rather than up to the air or sky.
- C6. Change in form: Water changes to or from another form, which could be perceptible such as steam or fog or moisture, or imperceptible, such as vapour or gas. (Tytler & Peterson, 2000, s. 342)

Alla barn gav förklaringar som kunde relateras till de fyra första kategorierna. Kategori fem och sex kunde endast påträffas hos enstaka barn vid enstaka tillfällen. Forskarna hävdar att det däremot inte var möjligt att urskilja någon kontinuerlig förändring hos vare sig något enskilt barn eller i barnens samlade begrepsliga föreställningar över tid.

Med utgångspunkt i resultaten från denna studie genomförde Tytler och Peterson (2004) en longitudinell studie där de följde 12 av barnen under 4 års tid. Syftet var att synliggöra barnens individuella lärandeprocesser med fokus på begreppen avdunstning och kondensering.

Barnen intervjuades två gånger om året i anslutning till designade undervisningssekvenser, som innehöll olika utvalda experiment. Därtill samlades data in genom inspelningar av klassrumsdiskussioner under undervisningssekvenserna och genom intervjuer med lärare efter lektionerna. Barnens svar analyserades och kategoriserades kontinuerligt utifrån en hierarkiskt ordnad taxonomi, vidareutvecklad från föregående studie. Resultatet från varje barn sammanställdes i vad forskarna benämner "personal conceptual histories"

(Tytler & Peterson, 2004, s. 113). Översikterna, som forskarna betecknade som individuella utvecklingsbanor: ”pathways of growth in understanding” (s. 120), visade på komplicerade mönster, specifika för varje barn. Forskarna jämförde de individuella ”utvecklingsbanorna” och försökte finna samband mellan dessa och den kommunikation som ägt rum under undervisningssekvenserna.

Forskarna kunde endast urskilja några enstaka likheter med de undervisnings-sammanhang som barnen deltagit i. Vissa ord och uttryck i utvecklingsmönstren kunde däremot härledas till situationer som barnen berättat om i klassrumsdiskussioner, men som låg utanför skolans verksamhet. Resultatet i sin helhet visar att de flesta barn gradvis utvecklade förståelse för att vattnet ändrar form och är en del av luft. Det innebar att deras svar kunde härledas till kategori fem (se ovan). Enstaka barn lyckades föra samman begrepp som luft, atmosfär, moln och sol till en helhet, dvs. till ett kretslopp.

För Tytler och Peterson (2004) var det intressant att närmare granska ”utvecklingsbanorna” för två av barnen, Calumn och Anna (8 år gamla), som frekvent använt begreppet ”evaporation” (avdunstning). Det visade sig att även om barnen använde begreppet tycktes deras förståelse skilja sig åt. Båda barnen hade bl.a. svarat på frågan ”what happened with a damp tea towel” (s. 121). Calumn gav följande svar:

Calumn: um...the sun would have evaporated it and just like the puddle...um, the same thing would have happened and since it would've been outside on the line, it would've gone up to the clouds and then go down as the rain.

Enligt forskarna visade Calumns svar på att han hade tillägnat sig en förståelse av begreppet avdunstning. En närmare analys av Calumns ”individuella utvecklingsbana” visade att han tidigare hade talat om att vatten så att säga bytt form. Han hade exempelvis svarat att vattenpölen försvann för att ”the water went into the concrete” (s. 120), och att dimma övergick i vatten, ”the fog turns into water”. Det sistnämnda svaret kunde härledas till ett samtal då Calumns pappa hade förklarat varför det var dimma utanför bilfönstret: ”it’s cold on the outside, it makes fog and fog turns into water” (s. 121). I slutet av studien kunde Calumn förklara vad avdunstning var och sökte hela tiden efter olika samband. Han tycktes, enligt forskarna, vara angelägen om att konstruera en generell modell av vad som hände med vatten som avdunstade.

Anna hade gett följande svar på frågan vad som hände med vattnet i en fuktig handduk:

Anna: It evaporates into the sky...the sun makes it evaporate...because it’s so hot, um, tiny microscopic droplets go into...um, because they’re attracted by it, I think. (Tytler & Peterson, 2004, s. 121)

2. PIAGET OCH LÄRANDE I ETT KONSTRUKTIVISTISKT PERSPEKTIV

Forskarna tolkade att Anna inte hade förståelse för begreppet avdunstning men använde begreppet ”evaporation” som den ”rätta tekniska termen”. Hennes uttryck ”tiny microscopic droplets” kunde härledas till användningen av mikroskop i undervisningen. Vid närmare granskning av Annas ”utvecklingsbana” visade det sig att hon tidigare hade haft svårigheter med att använda modellen för vattnets kretslopp för att förklara relationerna mellan vatten, luft, moln, himmel och sol. Vid tidigare tillfällen hade Anna också ofta använt ordet ”evaporates” när det rörde sig om samband med solen. Av hela studien drar forskarna slutsatsen att barnen individuellt grundlägger sin begreppsförståelse i undervisningssituationerna som sådana. De hävdar att barn behöver kunna länka samman begreppen med händelser och minnen från undervisningen och att dessa faktorer tillsammans formar förståelsen.

Forskarna var emellertid mycket intresserade av att följa Calumns fortsatta begreppsutveckling. Därför valde Tytler och Prain (2007) att genomföra en uppföljningsstudie med nio barn (nu 11 år gamla) från den föregående undersökningen. Med syfte att undersöka barnens förståelse av begreppet avdunstning introducerades en molekylmodell i undervisningen som bland annat byggde på experiment som kokning och kondensering av vatten. Uppföljningsintervjuer med frågor som handlade om elevernas uppfattning av molekylernas rörelse genomfördes med barnen vid två tillfällen med ett års mellanrum. Eleverna skulle bland annat svara på vad som hände när en våt hand lades på en handduk och när en flaska med parfym öppnades framför dem. Återigen lades särskild stor vikt vid att analysera Calumns förståelse.

Under analysarbetet av Calumns svar vid det första intervjutillfället tolkar Tytler och Prain att han uppfattar en koppling mellan molekylernas rörelse och den lukt han kände: ”When it comes past you, you can smell it” (s. 242). Under det andra intervjutillfället tolkar forskarna att Calumn har utvecklat sin uppfattning av avdunstning från en uppåtriktad syn på molekylernas rörelse, ”water-cycle view”, till en syn som innebär att molekylerna har mer komplex rörelse, en spridning i rummet. När det handlar om spridningen av parfymdoften och om molekylers rörelse i luft, talar emellertid Calumn om två olika rörelser samtidigt: ”one dealing with the distribution of material, the other with movement of air that carries the molecules” (s. 244). Forskarna tolkar att Calumn inte gjort klart för sig relationen mellan molekylbegreppet och molekyler i substansen parfym.

Tytler och Prain (2007) drar slutsatsen att barnen ställs inför en utmaning när de skall utveckla förståelse för molekylers rörelse vid avdunstning. Det handlar både om att språkligt kunna använda begreppen som att förstå modellen av

molekylers rörelse. De anser vidare att eftersom dessa utmaningar inte går att skilja åt, behöver barn börja lära sig att använda naturvetenskapligt språkbruk redan i förskolan.

Shepardson och Britsch (2001) har studerat barns (i förskolan och de tidigare åren i skolan) förståelse av vatten som lösningsmedel genom att fokusera begreppet lösa upp (dissolve). Barnen experimenterade och undersökte vad som hände när socker, salt, jord och sand lades i vatten och därefter dokumentera resultatet i sina dagböcker. De yngre barnen (5- 6 åringarna) skulle teckna en bild och de äldre (9-10 åringarna) skriva en text. Data samlades in genom fältanteckningar förda under observationer, genom intervjuer och från barnens dagböcker. I utarbetandet av analysredskap tog Shepardson och Britsch sin teoretiska utgångspunkt i Dysons syn på barns kommunikation genom skrift (Dyson, 1989). Enligt Dyson kan skrift betraktas som ett kommunikationsverktyg för barns förståelse av symboler för lekfulla och tankfulla uttryck. För att analysera barnens förståelse av vatten som lösningsmedel konstruerade forskarna tre kategorier: the imaginative world (en fantasivärld); the experienced world (en upplevd värld) och the investigative world (en undersökt värld) (Shepardson & Britsch, 2001, s. 43). Forskarna beskrev dessa tre analytiskt åtskilda världar på följande sätt. Genom sina tecknade bilder av konkreta fenomen relaterade barnen sina yttre erfarenheter till inre uppfattningar utifrån upplevelser som de var förtrogna med. Den undersökta världen utgjorde experimenten och undersökningarna som barnen förhöll sig till på olika sätt.

Deanas teckning föreställde en anka som går över en sandstrand. I intervjun förklarade Deana sin bild på följande sätt: ”She (the duck) doesn’t like dirt that dirt mixing up with the sand between her toes because it’s (dirt) too messy and it’s dissolving” (s. 53). Enligt analysen relaterade Deana sin förståelse av vatten som lösningsmedel till en ”make-believe duck”, en låtsaslek i en fantasivärld. Hennes berättelse om ankan tolkades som en konstruktion av egna upplevelser av lösningar med jord och sand i experimentet tillsammans med egna erfarenheter av att gå på en strand och sin egen känsla av att inte tycka om smutsig blöt sand.

Kännetecknande för de äldre barnen var att deras dokumentationer främst hade gjorts enligt förebilder i textböckerna. De hade huvudsakligen använt sig av tabeller eller grafer som visade på utfall av olika kombinationer av försök och använde oftast begränsad skriftlig information. Shepardson & Britsch framhåller att även om yngre och äldre barn skulle använda lika uttrycksformer skiljde sig deras sätt att dokumentera sin förståelse av vatten som lösningsmedel åt. Forskarna drar slutsatsen att lärarna behövde ha kännedom om att yngre barn

länkar samman erfarenheter från olika 'världar'. De hävdar att effektiv undervisning i naturvetenskap kräver att eleverna har en förmåga att skilja mellan beskrivande förklaringar och egna tolkningar både i muntliga och skriftliga skol-situationer.

Samtliga presenterade studier har genomförts i samband med yngre elevers experiment med vatten i likartade undervisningskontexter och data har samlats in genom bland annat intervjuer. Utmärkande för studierna är att forskarna har tolkat elevernas språkliga uttryck i olika samtal på olika sätt. I något sammanhang tolkades eleven uttrycka förståelse för ett specifikt fenomen, t.ex. vatten i en vattenpöl (Tytler & Peterson, 2004), i ett annat tillfälle för en generell modell av att vatten avdunstar. Sättet att uttrycka ett begrepp uttyddes i vissa sammanhang som en teknisk term som kunde härledas till ett arbetssätt i undervisningen (Tytler & Prain, 2007) och i andra som förståelse för en förklaringsmodell av t.ex. molekylernas rörelse i luft. Ytterligare sätt att tolka yngre elevers begreppsliga utsagor var att de utgjorde länkar mellan elevens erfarenheter i olika situationer, i och utanför undervisningen, och egna fantasier t.ex. en "make-believe-duck" (Shepardson & Britsch, 2001).

I nästa avsnitt ges exempel på studier som handlar om elevers begreppsförståelse som genomförts i olika kontexter.

Yngre elevers förståelse av begrepp i olika undervisningskontexter

I den första studien ingår besök på naturvetenskapscentrum i skolans naturvetenskapliga undervisning. Botelho och Morais (2006) har studerat 12-13 åringars förståelse av vattenmolekyler i samband med ett besök i utställningen "The Hydrogen Rocket" på ett vetenskapscenter. Som skäl för besöket angavs bland annat att eleverna skulle få möjlighet att förena kunskap och erfarenheter från olika sammanhang. Det var en interaktiv, hands-on utställning, en enkel modell av en raket vars bränsle, liksom det i verkliga raketer, främst bestod av flytande syre och väte. Modellen byggde på grundläggande kunskap om vattnets kemi. Vatten är en kemisk förening som består av väte och syre. Genom elektrolys kan vatten splittras till vätgas och syrgas. Energin som krävs för att splittra vatten till väte och syre genom elektrolys är större än energin som släpps när väte och syre åter kombineras i en explosiv reaktion (se Macfie, 2002). Under besöket hade eleverna inga speciella uppgifter att lösa, utan de fick själva fritt utforska utställningen. Läraren var inte närvarande under besöket.

Datansamlingen gjordes genom enkätfrågor och individuella intervjuer vid flera olika tillfällen i samband med skolans undervisning och omedelbart efter

besöket på vetenskapscentrum samt genom videoinspelningar av elevernas agerande i själva utställningen. Med tanke på den grundläggande kunskap som The Hydrogen Rocket byggde på, intervjuades eleverna om vattenmolekylens sammansättning. Både elevernas verksamhet i utställningen och deras svar analyserades. Forskarna kom fram till att de flesta eleverna saknade naturvetenskaplig begreppsförståelse för vattenmolekylen enligt den kunskap som förmedlas i skolans undervisning och att erfarenheten av raketerna inte hade lett till någon synbar begreppsutveckling. Sofia och Miguel, två elever av åtta, kunde ge en naturvetenskapligt godtagbar beskrivning av att väteatomen är en lättantändlig gas.

Botelho och Morais jämförde elevernas uppfattningar av vattenmolekylens sammansättning i samband med skolans undervisning med deras agerande vid utställningen under besöket. Resultatet visar att ett antal faktorer markant skiljde sig åt i de olika miljöerna. Ett inslag gällde kunskapens karaktär. Den bild de fått om raketer i skolan och i media såg helt annorlunda ut än raketerna på vetenskapscentret. Dessutom kunde eleverna inte sätta skolans teoretiska förklaringsmodell av vattnets kemiska processer i samband med den synliga genomskinliga vätskan och bubblorna som kom ut ur vattnet i utställningen på vetenskapscentrum.

Ben-Zvi och Orion (2005) analyserade israeliska elevers förståelse av komplexa system (eller deras förmåga till systemtänkande), som bland annat innefattade den hydrologiska cykeln, vattnets ständiga cirkulation mellan hav, atmosfär och land, under deras åttonde skolår (13-14 år gamla). Data samlades in genom ett antal olika forskningsmetoder i anslutning till ett längre undervisningsprogram inkluderande bland annat exkursioner och fokus var på frågan: ”How should we act in order to preserve our water resources?” Programmet genomfördes i olika kontexter. Analyser av elevernas kunskaper i ett test under undervisningens inledningsskede visade att samtliga elever hade ofullständig förståelse för vattnets kretslopp. De kände till de atmosfäriska komponenterna, dvs. avdunstning, kondensering och regn, men saknade kunskap om de hydrologiska delarna. Under programmets gång ökade förmågan till systemtänkande hos alltfler elever. De kunde i högre grad urskilja dolda fenomen som grundvatten, identifiera komponenter för vattenkvaliteter och relationer mellan vatten och bergarter vid uppkomst av mineralvatten.

Kvalitativa analyser av elevernas svar efter undervisningen visade på svårigheter hos eleverna att generellt förstå komplexa system. Det handlade i grunden om att förstå att vattnet ständigt cirkulerar såväl på jorden som i atmosfären och att detta pågår i ett samverkande komplext kretslopp. Enligt forskarna tycktes det i hög grad handla om att eleverna inte hade kunskap om

vad som sker i grundvattenssystemet, dvs. de dolda dimensionerna i vattnets kretslopp.

Inom ramen för studien lade Ben-Zvi och Orion (2005) särskilt vikt vid att undersöka elevernas förståelse av samband mellan vattnets kretslopp och ekologiska processer. Såväl före som efter undervisningen testades elever om samband mellan vattnets kretslopp och förekomsten av växter respektive djur. Testresultaten visade att en högre andel elever (7,7 procent) kände till samband mellan vattnets kretslopp och växter före undervisningen, medan något färre (5,7 procent) förstod samband mellan vattnets kretslopp och djur. Efter undervisningen visade testresultatet att fyra av tio elever (40,4 procent) nu förstod att det fanns samband mellan vatten och växter. Ingen förändring hade däremot skett i elevernas förståelse av samband mellan vattnets kretslopp och djur. Ben-Zvi och Orion sökte efter möjliga förklaringar till detta resultat i elevernas egna fältanteckningar, där en elev hade uttryckt sig på följande sätt: "It is possible to learn in class, it is possible to explain everything, but it is not as it looks like with your eyes, seeing the phenomena as they occur in nature" (s. 540). Eleven skriver om skillnaden mellan hur ett fenomen förklaras i klassrummet och hur detta ser ut i naturen.

När forskarna därefter analyserade det innehåll som eleverna hade mött under undervisningsprogrammets gång i förhållande till vilka komponenter som var möjliga att identifiera under fältstudier i naturen, fann de några avgörande skillnader. Vissa innehållsliga komponenter i ekologiska system som eleverna endast hade lärt sig i klassrummet eller genom laborationer inomhus nämndes över huvud taget inte i elevernas anteckningar. Sådana faktorer var av generell och teoretisk karaktär och gick helt enkelt inte att urskilja i konkreta situationer, som vid besök i naturen. Under utomhusaktiviteter hade eleverna däremot undersökt hur växter var uppbyggda för att transportera vatten. Dessa konkreta erfarenheter var, enligt Ben-Zvi och Orion, möjliga orsaker till att allt fler elever förstod kretsloppets betydelse för växter.

I de båda studierna undersöktes elevernas förståelse av naturvetenskapliga begrepp rörande vatten i olika kontexter som ingick i skolans undervisning. Resultaten visade att eleverna inte kunde förena kunskap och erfarenheter från olika sammanhang. Som en förklaring uttrycker några forskare (Botelho & Morais, 2006) att kunskapen har olika karaktär. Eleverna kunde exempelvis inte sätta skolans teoretiska förklaringsmodell av vattnets kemiska processer i samband med den process som ägde rum i utställningen på vetenskapscentrum. Andra forskare (Ben-Zvi & Orion, 2005) finner svårigheter hos elever att förstå

samband mellan vattnets kretslopp och ekologiska processer inom ramen för naturvetenskaplig kunskap om komplexa system i naturen.

Sammanfattning

De ovan redovisade studierna handlar om yngre elevers förståelse av skolämneshåll av samma karaktär som avhandlingens innehållsliga teman. I denna kortfattade redogörelse presenteras några viktiga resultat som är relevanta och viktiga att använda för att gå vidare i denna avhandling. Det gäller synliggörandet av skolkulturen, att innehållet som eleverna skall förstå representerar olika diskurser och språkets roll.

Skolkulturen blir synlig

Elevernas förståelse av begrepp härleds till olika metoder inom ramen för de undervisningssituationer som de deltagit i, som klassrumsdiskussioner och användning av mikroskop (Tytler & Peterson, 2004). Eleverna använder förebilder i skolans textböcker för att beskriva sin förståelse av vattnets egenskaper från naturvetenskapliga experiment och undersökningar (Shepardson & Britsch, 2001).

Olika diskurser

Samtliga forskare har undersökt elevers förståelse av begrepp som representerar olika diskurser. Piaget (1951) studerade i vilken grad barn kan urskilja den externa verkliga världen från en intern och subjektiv föreställningsvärld. I andra studier integreras såväl en vardagsdiskurs som en vetenskaplig diskurs i forskarnas intervjuer med eleverna. Frågorna handlade om att eleverna skulle ge en teoretisk förklaring till vad som händer när exempelvis vatten har spillts på golvet (Bar, 1989) eller att en fuktig handduk ligger på golvet (Tytler & Peterson, 2004). Resultaten visar att det inte var möjligt att urskilja någon kontinuerlig förändring i barnens sätt att uttrycka sig från en vardagsförståelse till en vetenskaplig förståelse (Tytler & Peterson, 2000). I en longitudinell studie visade resultatet att de flesta yngre elever gradvis utvecklade förståelse för att vattnet ändrar form och är en del av luft (Tytler & Peterson, 2004).

När elever mötte begrepp med olika diskursiv karaktär, exempelvis vattenmolekyler i utställningar på vetenskapscenter, kände de inte igen begreppet (Botelho & Morais, 2006) från skolkontexten. Studierna visar att eleverna ökade sin förståelse av begrepp när de själva fann likheter mellan fenomen i omgivningen (vardagsdiskurs) och motsvarande begrepp i skoldiskursen. Det handlade exempelvis om samtal om begreppet avdunstning i sociala situationer

utanför skolkontexten (Tytler & Peterson, 2004) och om växters uppbyggnad för att transportera vatten i samband med egna erfarenheter under exkursioner utomhus (Ben-Zvi & Orion, 2005).

Språkets roll vid analyser av begreppsförståelse

Eleverna uttryckte sig på olika sätt när de intervjuades om sin förståelse av begrepp i de presenterade studierna. Forskarna tolkar språkets roll på skiftande sätt. Dels handlar det om att språket uppmärksammas ensidigt som antingen form eller innehåll, dels att språket betraktas som bärare av objektiva menings-sammanhang. En yngre elev tolkades använda ”den rätta tekniska termen” utan begreppslig förståelse, medan samma term för en annan elev bedömdes representera en innehållslig förståelse (Tytler & Peterson, 2004). I en studie uttryckte forskarna (Tytler & Prain, 2007) vikten av att eleverna både skall kunna använda vissa naturvetenskapliga begrepp och utveckla begreppsförståelse.

I sammanfattningen av studierna inom den konstruktivistiska traditionen uppmärksammas även att eleverna har olika sätt att tolka och förstå i olika sammanhang.

För att få ökad kännedom om elevens lärandeprocess behövs ett annat perspektiv som fokuserar interaktion och kommunikation som centrala för mänskligt lärande och utveckling (Säljö, 2000). I ett sociokulturellt perspektiv på lärande förstås begreppet undervisning som *vägledning* och *stöd för lärandeprocesser* i en verksamhet vars mål är lärande (Säljö, 2000). Specifikt för lärande i skolan är att det äger rum i en institutionaliserad miljö och i stor utsträckning är språkligt till sin karaktär. Undervisning följer specifika mönster som skiljer sig från samtal i exempelvis vardagen (Mercer, 1995).

3. Vygotsky och lärande i ett sociokulturellt perspektiv

Denna avhandling handlar om kommunikationsprocesser i undervisning där lärare och elever talar om och förstår naturen utifrån olika perspektiv. I ett sociokulturellt perspektiv är det av stor vikt att få ökad förståelse för hur yngre elever i skolans verksamhet lär och utvecklar kunskap om fenomen i naturen, det vill säga hur de lär sig om hur naturen ”medieras” i vetenskapliga sammanhang (Vygotsky, 1978). Begreppet mediering innebär att människan i sin kontakt med omvärlden hanterar olika redskap, såväl fysiska som intellektuella som utgör integrerade delar av våra sociala praktiker (Schoultz, 2000). Genom språklig mediering blir eleven delaktig i skolkulturens sätt att betrakta, förstå och tala om naturen. Inom skolämnet naturvetenskap formuleras kunskap om naturen oftast i andra termer än de vi vanligen använder i vardagen. Därmed förväntas eleven samtala om sådant som inte direkt knyter an till någon egen erfarenhet. För att förstå elevens lärande måste vi studera hur eleverna agerar i den sociala praktiken, dvs. hur de talar och förstår det innehåll som kommunikationen handlar om.

Lärande

I ett sociokulturellt perspektiv utgör begreppet *appropriering* en metafor för lärande. Som grund för begreppet ligger synen att mänskligt språk och mänskliga handlingar, kunskaper och identiteter är sammanflätade och ömsesidigt beroende av varandra (Säljö, 2000, 2005). När individer deltar i olika aktiviteter i social interaktion, skapar de sig gradvis en allmän idé om vad aktiviteten handlar om, hur de kan förstå sammanhanget och vilka normer och regler som gäller för hur man skall agera och bete sig gentemot varandra (Vygotsky, 1986).

Verksamhetens innebörd skapas således av individen i takt med att den lär sig behärska relevanta redskap, såväl intellektuella som fysiska. Detta lärande sker gradvis allt eftersom individen blir alltmer kapabel att också använda kunskaperna för sina egna syften och i olika situationer. Individens lärande har ingen uppenbar slutpunkt, han eller hon får successivt allt fler erfarenheter, ökar alltmer sin förståelse och utvecklar kunskaper och färdigheter som är användbara i allt fler specifika och komplexa sammanhang.

Att appropriera innebär att människor som agerar tillsammans tar till sig och blir förtrogena med inte bara kunskaper och speciella färdigheter utan också med regler, normer, värderingar och förväntningar som finns i kontexten (Säljö, 2000). Approprieringsprocesser kan studeras genom analyser av vad som sker i sociala kommunikativa processer i alla sammanhang. De handlingar som exempelvis äger rum i undervisningen skapas genom mål som läraren har med undervisningen. Både lärare och elever agerar dessutom utifrån tidigare erfarenheter av den specifika situationen och kunskaper om normer och regler i sammanhanget. Situationen har på så sätt olika betydelse för lärare och elever. Meningsskapande processer är ömsesidigt beroende såväl av de individer som samverkar med varandra som av de betingelser som gäller i situationen ifråga: "Language use and the constructions of meaning are always social processes dependent on people who interact, and meaning is always relative to options and constraints that are present in social situations" (Säljö, 1996, s. 85). Undervisning i skolan utmärks bl.a. av att vara en social praktik med specifika mål. Det betyder exempelvis att övergripande läroplansmål alltid är mer eller mindre tydligt närvarande i det sociala samspelet.

Begreppet appropriering bygger ursprungligen på Vygotskys idé om internalisering, som är en allmänt använd term inom utvecklingspsykologi. Vygotsky uttryckte att internalisering uppstår när yttre erfarenheter av språklig kommunikation blir till inre processer, tankeredskap: "an operation that initially represents an external activity [is] reconstructed and begins to appear internally" (Vygotsky, 1978, s. 56). Vygotskys sätt att använda begreppen 'internal' och 'external' är enligt Wertsch (1993) problematiskt för synen på lärande i ett sociokulturellt perspektiv. I Wertsch kritik ligger att uttryckssättet ger en antydning om en dualism mellan en yttre och en inre process, något som man i denna tradition vill undvika.

Is the notion of internalization in *any* of its guises, really useful? I believe we needed to raise this question because by invoking the notion of internalization we incorporate some theoretical baggage that can be very problematic. In particular, claims about internalization usually presuppose, and hence reinforce, a kind of dualism between the external and the internal - a dualism we often reject when it is made explicit, but one that nevertheless continues to lead us down blind alleys. (Wertsch, 1993, s. 168)

Därför föreslår Wertsch (1998) att ordet internalisering som begrepp för lärandeprocessen byts ut mot två koncept, nämligen *mastery* och *appropriering*.

I begreppet *mastery* ligger fokus på "individual-acting-with-mediational-means", det vill säga hur individer använder kulturella redskap. Med andra ord kan det exempelvis handla om hur elever hanterar eller bemästrar kulturella redskap som konversation, undersökningsmetoder eller problemlösningssmodeller

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

genom att uppträda på sådana sätt som vi förväntar oss har utvecklats i interaktion med lärare och elever i skolans undervisning. Lärandet leder i detta fall inte nödvändigtvis till förändrat kunnande eller fördjupad förståelse hos eleven. *Appropriering* betecknar däremot en lärandeprocess då man förändrar den kunskap eller förmåga man redan utvecklat, som sätt att tänka eller förstå och så att säga gör den till sin egen.

Även Rogoff (1990) och Matusov (1998) ställer sig kritiska till att använda begreppet internalisering som ett mönster för lärande. De anser att begreppet förmedlar en bild av ett brott mellan dels internt och externt, dels individuellt och socialt lärande. Rogoff (1990) föreslår å sin sida ett mönster för lärande som bygger på *participation (deltagande)*. Detta medför att social och individuell aktivitet betraktas som ömsesidigt beroende av varandra och oskiljaktiga från den sociokulturella aktiviteten. Lärandet sker i själva aktiviteten.

I ett sociokulturellt perspektiv äger ingen aktivitet rum i ett vakuum. Begreppet *deltagande* betecknar att människor som interagerar med varandra i sociala kontexter också delar, utvecklar och förändrar sociala och kulturella relationer (Lave & Wenger, 1991; Rogoff, 1995). Även när individen utför verksamheter i enskildhet, deltar hon i en social aktivitet (Wenger, 1998) genom att hon använder sig av kulturella redskap som hon approprierat i samspel med andra. Approprieringsprocessen innebär då att individen engagerar sig i en situation på sådant sätt att förändringen i tankar eller förståelse medverkar till både den pågående aktiviteten och till individens framtida engagemang i liknande händelser eller aktiviteter (Rogoff, 1998). Ett exempel på detta skulle kunna vara, att när jag just nu skriver denna text i ensamhet, interagerar jag med tankar, teorier, metaforer och modeller som andra tidigare formulerat i andra sociala kontexter. Samtidigt formulerar jag mig med tanke på att andra i sin tur kommer att interagera med mina formuleringar i framtiden och bearbeta dem för att själv använda dem i nya situationer. Kommunikation och lärande utgör en process som kan beskrivas med hjälp av begreppet *transformation of participation* (Rogoff, 1998; Säljö, 2000).

Andra centrala begrepp i ett sociokulturellt perspektiv är *mediering* och *kulturella redskap* eller *artefakter*, som jag tidigare nämnt. I ett sociokulturellt perspektiv möter människan aldrig sin omvärld direkt och otolkad, på det sätt som Piaget antar i sin teoribildning, nämligen som "an objective conception of reality" (Piaget, 1951, s. 33). Omvärlden 'förmedlas' eller medieras genom de föreställningar som har vuxit fram i tidigare sociala och kulturella praktiker och dessa fortsätter att ständigt utvecklas. Med begreppen sociala och kulturella praktiker menas människans relationer till både fysiska redskap som verktyg,

kommunikationsmedel etc. och till normer, värderingar, idéer och synsätt (Säljö, 2000, 2005; Vygotsky, 1986; Wertsch, 1985). Vi utvecklas och lever inom en mängd olika kontexter, och genom social interaktion får vi del av de resurser med vars hjälp vi tänker, förstår och utför praktiska handlingar i relation till vår omgivning (Lemke, 2001; Säljö, 2000). Begreppet mediering innebär således att vi genom kommunikation i sociala samspel lär oss uppmärksamma, beskriva omvärlden och agera på de sätt som situationen ger möjlighet till. I sociokulturella termer handlar det om att vi människor approprierar, dvs. tar till oss medierande redskap. I kontexten lär vi oss att upptäcka och lägga märke till det som är betydelsefullt och viktigt.

Det är genom att höra vad andra talar om och hur de föreställer sig världen, som barnet blir medvetet om vad som är intressant och värdefullt att urskilja ur den mängd iakttagelser som man skulle kunna göra i varje situation. (Säljö, 2000, s. 37)

Till hjälp att hantera vår omvärld har vi såväl *intellektuella/språkliga* som *fysiska artefakter*, som utgör integrerade delar av våra sociala handlingar. Världen medieras genom kommunikation och språkanvändning som är grundläggande artefakter i ett sociokulturellt perspektiv (Säljö, 2000, 2005; Vygotsky, 1986; Wertsch, 1985). Språket ses som den viktigaste resursen för att strukturera, organisera och förstå vår omvärld. Med språkets hjälp refererar vi inte endast till omvärlden, utan det är även ett medel för att påverka andras uppfattningar om världen och för att få dem att agera. Shotter (1993) uttrycker denna språkets kraft i termer av det hjälper oss att: "move people to action" (s. 6). Genom samtal med andra förmedlas de begrepp och de sätt att tänka som är utmärkande för en viss kultur och en viss samhällelig gemenskap. Det innebär att människor har utvecklat olika sätt att kommunicera och olika former för att samarbeta i olika kollektiva verksamheter (Säljö, 2000).

De fysiska redskap som vi använder kan vi, enligt Leont'ev (1981), inte uppfatta som neutrala ting. I allt från exempelvis en enkel spade till en tekniskt avancerad radar har mänskliga kunskaper, insikter och avsikter "byggts in". Spaden får innebörd när vi gräver med den i jorden och med radarns hjälp upptäcker vi föremål och bestämmer avståndet till dem. I ett sociokulturellt perspektiv medierar redskapen verkligheten för oss i konkreta situationer. Vidare är spaden och radarn exempel på redskap som har utvecklats, använts och vidareutvecklats i olika sociala praktiker och i olika historiska epoker.

I och med detta kan vi säga att de kulturella redskapen innehåller tidigare användares insikter och kunskaper, vilka förs vidare till nya användare (Dysthe, 2003; Säljö, 2000). Artefakterna är genom detta förbundna och integrerade med människors tänkande, insikter, färdigheter, normer och värderingar, liksom med

symboliska tecken som tabeller, bilder och diagram. En fundamental aspekt av interaktion med artefakter, förutom att de stödjer mentala processer, är att de i väsentlig grad formar och transformerar mentala processer (Cole & Wertsch, 1996). Det handlar om vilka erfarenheter människor gör och vilka innebörder de tolkar in, skapar och genererar i den pågående interaktionen (Rogoff, 1995; Säljö, 2000; Vygotsky, 1978). I ett sociokulturellt perspektiv har varje kontext en specifik social inramning (Goffman, 1974, 1981; Säljö, 2000).

Synen på lärande i institutionaliserad praktik

Synen på lärande som situerat, dvs. att kunskap konstrueras dynamiskt i sociala kontexter, har sitt ursprung i Vygotskys (1978) idéer om lärande i vardagen. I detta sammanhang påminner Lave och Wenger (1991) oss om skolans problematiska roll som institutionaliserad praktik. Wenger (1998) hävdar att trots att vi i samhället använder uttryck som "livslångt lärande" betraktas lärande ha "a beginning and an end; that it is best separated from the rest of our activities; and that it is the result of teaching" (Wenger, 1998, s. 3). Att målet för undervisningen i skolan är lärandet i sig leder till "att människors kommunikativa handlingar kommer att utföras under delvis andra villkor" (Säljö, 2000, s. 155). Specifika kommunikativa mönster har utvecklats inom skolans institutionella praktik (Edwards & Mercer, 1987; Mercer, 1995), vilket innebär att undervisningsinnehåll uttrycks i andra termer än de som vanligen används i vardagen. Kunskap och lärande medieras genom artefakter som språk, text, instruktioner och symboler (Edwards & Mercer, 1987). I praktiska undersökningar och experiment i den naturvetenskapliga undervisningen ges exempelvis elever tillfälle att parvis eller gruppvis resonera sig fram till argument och beskriva observerbara händelser (Mercer, Dawes, Wegerif, & Sams, 2004). Samarbete av detta slag har visat sig vara speciellt problematiskt för yngre elever (Galton & Williamsson, 1992). Elever saknar ofta en tydlig uppfattning om vad de förväntas göra eller samtala om. Mercer (1995) gör gällande att elever sällan möter sådana sätt att föra diskussioner utanför skolan och att det är sällsynt att lärare i skolan tydliggör för eleverna sina egna förväntningar eller kriterier för effektiva samtal.

I skolans naturvetenskapliga undervisning används i stor utsträckning naturvetenskapliga förklaringsmodeller av skilda slag (Matthews, 2007). Ett tydligt forskningsområde har varit att undersöka användning av modeller för att överbrygga skillnaden mellan elevens erfarenheter och abstrakta naturvetenskapliga teorier. "There has been a rich vein of such research investigating the use of models as aids to memory, as ways of bridging between the experience and

understanding of learners and the more abstract theories of science” (Matthew, 2007, s. 648f.). En central kunskapsteoretisk fråga enligt Johnson-Laird (1983) handlar om hur *modellerna* eller *representationerna*, d.v.s. de vetenskapliga begreppen, kan eller inte kan relateras till de processer som de förmodas representera.

Vetenskapliga begrepp representerar generaliseringar av mänsklighetens erfarenheter, som kommit att bli etablerade i den vetenskapliga kulturen (Matthews, 2007). De består av system av teorier som logiskt är förenade (van der Veer & Valsiner, 1991). Att lära sig att föra naturvetenskapliga resonemang handlar därmed om att appropriera speciella sätt att samtala och tänka (Schoultz, Säljö & Wyndhamn, 2001).

Eftersom det inte var vanligt att människorna under Vygotskys tid mötte vetenskapliga begrepp i vardagen, resonerade han att det ingick i skolans uppgifter att lära eleverna sådana begrepp. De vetenskapliga begreppen kunde helt enkelt betraktas som en annan språklig genre än de vardagliga begreppen (Vygotsky, 1978). Wells (2008) hävdar att vi i dagens samhälle ständigt tar del av abstrakta representationer. Vetenskapliga begrepp är kulturella resurser som individer lär sig att använda för eget eller gruppens ändamål. Det mest effektiva sättet att förstå naturvetenskapliga begrepp är enligt Wells när de fungerar som semiotiska redskap för att lösa problem eller att komma fram till en lösning. Undervisningen bör därför snarare riktas mot att undersöka vilka möjligheter individen har att delta i aktiviteter där sådana begrepp socialt och språkligt delas med andra. Av det följer att vi i skolans undervisningskontext i hög grad behöver sätta fokus på förmågor som har att göra med hur man kommunicerar med hjälp av vetenskapliga begrepp.

Vygotsky (1978) intresserade sig specifikt för betydelsen av de vetenskapliga begreppen för barns begreppsutveckling. Vygotsky genomförde ett antal empiriska studier med material huvudsakligen från samhällsvetenskapliga skolprogram. Avsikten var att försöka konstruera en arbetshypotes över de vetenskapliga begreppens utveckling under barnaåren. Han kom fram till att processen att bilda vetenskapliga begrepp var en komplicerad tankeakt för barn, varför de med svårighet kunde lära sig dessa begrepp på egen hand. Vygotsky skiljde mellan *vetenskapliga (scientific)* och *spontana (spontaneous)* begrepp genom att definiera deras karaktär. De vetenskapliga begreppen beskrevs som systematiska genom att varje begrepp är inordnat i ett system av andra begrepp med lägre eller högre grad av generalisering inom ramen för vad Vygotsky benämner som ”conscious awareness or voluntary control” av tänkandet (Vygotsky, 1986). Wells (1994) förtydligar att benämningen ”scientific” inte endast handlade om begrepp som gäller naturvetenskap utan snarare sådana systematiska begrepp som elever

möter i undervisningskontexter. "Everyday" (or "spontaneous") begrepp är däremot "those that are constructed in the contexts of action and interaction in the varied and naturally occurring events of everyday living" (s. 67). Enligt Wertsch (1985) relaterar de spontana begreppen till barnets uppmärksamhet och erfarenhet på sådant sätt att de riktas direkt mot objektet i sig: de är "always centered on the object being represented and not on the act of thought that grasps it" (s. 103).

Ett sociokulturellt synsätt på lärande av begrepp utvecklar Vygotsky i polemik med Piagets konstruktivistiska syn på begreppsbildningsprocessen. Vid närmare granskning av Vygotskys idéer om lärande av spontana och vetenskapliga begrepp finner Wells (1994) det vara relativt tydligt att Vygotsky främst granskar Piagets syn på den intellektuella utvecklingen, inte på att utreda uppkomsten av de vetenskapliga begreppens språkliga utformning. Vygotsky har tydliga invändningar mot begreppsutveckling beskriven som en process vari vissa former av tänkande stegvis och oavbrutet undanträngs av andra. Enligt Vygotsky (1978) kan det inte finnas en sådan oavbruten antagonism i tänkandet. Han lyfter fram det nära sambandet mellan språkanvändning som ett kulturellt redskap i social interaktion och användning av språk som ett psykologiskt redskap för att organisera vårt eget individuella tänkande.

Som tidigare framgått, förväntas eleverna lära sig naturvetenskapliga begrepp i skolans undervisning med hjälp av modeller av olika slag (Matthews, 2007). När vi betraktar användningen av begrepp, förklaringsmodeller som stöd för lärande i ett sociokulturellt synsätt framträder en grundläggande analytisk fråga om individens förståelse av modellen, dess karaktär och funktion i olika kontexter (Wartofsky, 1979). Wartofskys utgångspunkt är att människan använder mentala redskap som representationer och modellkonstruktioner i alla sina handlingar.

We are, in effect, the product of our own activity, in this way; we transform our own perceptual and cognitive modes, our ways of seeing and of understanding by means of the representations we make. (Wartofsky, 1979, s. xxiv)

Vi skapar bland annat modeller, bilder eller symboler av vad vi gör, vad vi vill och hoppas göra. I olika delar av samhället skapas kontinuerligt nya sätt att tala om och förstå den verksamhet man sysslar med. Relationen mellan tänkande och handling är situerad och baseras på föreställningar och kommunikativa traditioner i den sociala praktiken (Luria, 1976). I Wartofskys (1979) perspektiv finns det aldrig någon absolut objektiv modell. Varje modell och representation föreslår en viss relation till världen eller verkligheten och ingen modell utgör en beskrivning av hur verkligheten "är" (Lemke, 1993). Det finns många olika sätt att beskriva företeelser (inklusive naturen). Det innebär med andra ord, att det

finns ”...many ways in which it [nature] can have meaning for us as human beings and as members of various communities at different times in history” (Lemke, 1993, s. 126).

Vetenskapliga modeller eller begrepp är skapade för att representera generaliseringar av företeelser och skeenden i olika forskningsmiljöer och varierar beroende på syfte och sammanhang (Matthews, 2007). Till skillnad från vardagliga uttryck bygger de vetenskapliga begreppen på en tradition av dekontextualisering från det omedelbara, dvs. de är ofta skilda från synliga och observerbara delar av de kontexter de avser att representera (Schoultz et al., 2001). Eller, annorlunda uttryckt, dekontextualiseringen från det omedelbara innebär en rekontextualisering av händelser och objekt i en vetenskaplig diskurs (Linell, 1992). För att förstå vilka frågor som är relevanta att ställa i sådana kommunikativa traditioner, behöver eleven få stöd och som Säljö (2000, s. 205) uttrycker det: ”lotsas in i den aktuella diskursiva positionen”.

Wartofsky (1979) hävdar att när eleven i skolan skall utveckla förståelse för naturvetenskapliga modeller behöver fokus ligga på representationsprocessen i sig och inte på modellen eller det som benämns fakta. Under denna process definieras, genom urval ur tillgängliga objekt eller händelseförlopp, vissa faktorer som tillskrivs utmärkande och betydelsefulla kännetecken. För att kunna göra sådana urval behöver eleven stöd av personer som förstår vad en modell representerar och härmed närmar vi oss Vygotskys (1986) uttryck om menings- skapande instruktioner. För elevens lärande av begrepp i skolan lägger Vygotsky ett stort ansvar på lärarens instruktion och samspelet med eleven.

The teacher, working the school child on a given question, explains, informs, inquires, corrects, and forces the child himself to explain. All this work on concepts, the entire process of their formation, is worked out by the child in collaboration with the adult in instruction. (Vygotsky, 1987, p. 215)

Vygotsky (1987) lade, som framgår av citatet ovan, stor vikt vid relationen mellan barn och vuxna i skolan men lyfter i detta avseende samtidigt fram några svårigheter. I sina studier fann Vygotsky att barnet inte klarade av att höja sig över den situationsrelaterade betydelsen av de vardagliga begreppen. Wertsch (1985) förtydligar begreppet situation som de sätt på vilket objekt och händelser framställs eller definieras i en kontext. Enligt Vygotsky (1986) förstår ett barn ofta inte definitionen av objekt eller den funktionella betydelsen av beteenden som förutsätts av en vuxen. På ett sätt är den vuxne och barnet i samma situation, eftersom samma konkreta föremål och händelser är perceptuellt tillgängliga för båda. I en annan mening, är de inte i samma situation, eftersom de inte definierar dessa objekt och händelser på samma sätt. Luria (1961) presenterar ett exempel när ett barn (3:6 år gammalt) inte klarade att genomföra

en uppgift som innebar att: när en lampa lyste, uttala ordet ”twice”⁸ och trycka på en ballong två gånger. Barnet klarade däremot av att genomföra uppgiften när det ombads att uttala ordet ”go, go” i samband med tryckningen på ballongen. Enligt Luria kunde barnet direkt förknippa dessa ord med sin handling. Utifrån detta resonemang är lärarens *kommunikativa stöttning* (engelska: scaffolding) ytterst betydelsefull för elevens lärande i skolan. Eleven behöver få vägledning in i den ”diskursiva position” (Säljö, 2000, s. 205) från vilken en viss sorts frågor ställs.

Scaffolding

Begreppet *scaffolding* är en välkänd metafor för *kommunikativ stöttning* inom både forskning och utbildning (Cairney, 1995; Daniels, 2001; Wells, 1999). Den används för att beskriva den guidning av vuxna eller mer kunniga som Vygotsky (1978) uttrycker som väsentlig för barns utveckling: ”under adult guidance or in collaboration with more capable peers” (Vygotsky, 1978, s. 86). Vygotsky använde emellertid själv aldrig begreppet scaffolding (Stone, 1998). Det introducerades av Wood, Bruner, and Ross (1976) för att förklara den process som äger rum mellan lärare och elev i relation till Vygotskys analytiska begrepp ”good learning” relaterat till ännu en metafor, nämligen *zone of proximal development* (ZPD). Relationen mellan de båda begreppen scaffolding och ZPD anses av många forskare (exempelvis Daniels, 2001; Wells, 2001) utgöra själva kärnan i Vygotskys teori om approprieringsprocessen i skolan. Begreppet ZPD utarbetade Vygotsky (1978) inför sina psykologiska undersökningar i skolor.

In order to elaborate the dimensions of school learning we will describe a new and exceptionally important concept without which the issue cannot be resolved: the zone of proximal development. (Vygotsky, 1978, s. 32)

Undersökningarna skulle, enligt Vygotsky, inte endast baseras på barns aktuella prestation, utan huvudsakligen på barnets potentiella kommande utveckling. Det som barnet kunde innebar ett tillbakablickande, vilket var ointressant eftersom det i Vygotskys terminologi kunde betecknas som en form av ”yesterday’s development” (s. 34).

The actual developmental level characterizes mental development retrospectively, while the zone of proximal development characterizes mental development prospectively. (Vygotsky, 1978, s. 33)

Enligt Yaroshevsky (1989) pekar Vygotsky genom sitt teoretiska antagande om en närmaste utvecklingszon på ett tydligt samband mellan utbildning och utveckling. Vygotsky utvecklar sin idé i polemik med, och i förhållande till, teoriutvecklingar av forskare som Piaget, Koffka och Thorndyke och deras syn på

⁸ Ett enstavigt ord på ryska

lärande och utveckling. Sin otillfredsställelse med tidigare forskning uttrycker han på följande sätt:

But the relation between learning and development remains methodologically unclear because concrete research studies have embodied theoretically vague, critically unevaluated, and sometimes internally contradictory postulates, premises, and peculiar solutions to the problem of this fundamental relationship; and these, of course, result in a variety of errors. (Vygotksy, 1978, s. 29)

Vygotskys precisering av en utvecklingszon innebär i själva verket att han urskiljer ett område mellan två från varandra analytiskt skilda utvecklingsnivåer. Den ena nivån utgörs av det som barnet kan göra utan stöd av andra. Den andra nivån definieras av det som barnet kan göra med stöd av andra för att senare kunna klara av själv: ”that is what a child can do with assistance today she will be able to do herself tomorrow” (Vygotksy, 1978, s. 33).

Vygotksy (1978) påpekar att utveckling inte sker per automatik bara för att barnet deltar i undervisning. Om undervisning är anpassad till de nivåer som barnet redan har uppnått, kommer undervisningen att vara ineffektiv. Som ett betydande komplement till begreppet ZPD uttrycker sig Vygotksy om villkoren för ”good learning” i följande formulering:

Learning which is oriented toward developmental levels that have already been reached is ineffective from the viewpoint of a child’s overall development. It does not aim for a new stage of the developmental process but rather lags behind this process. Thus, the notion of a zone of proximal development enables us to propound a new formula, namely that the only “good learning” is that which is in advance of development. (s. 33)

Vygotskys införande av begreppet “good learning”, tolkar Yaroshevsky (1989) som ett betydelsefullt påpekande om instuktörens eller lärarens viktiga roll för elevens lärande: ”teaching of a student not just as a source of information to be assimilated but as a lever with which the student’s thought, with its structural characteristics, is shifted from level to level” (Yaroshevsky, 1989, s. 283).

Vygotskys (1978) begrepp ZPD kan däremot inte isoleras och användas inom andra teorier eller synsätt på lärande (Cairney, 1995; Tudge, 1992). Det kan endast till fullo förstås om det betraktas som en del av Vygotksys hela teoribildning. Vygotksy gör även själv ett klargörande om att det inte handlar om enkla samband mellan lärande i skolan och barns utveckling:

Development in children never follows school learning the way a shadow follows the object that casts it. In actuality, there are highly complex dynamic relations between developmental and learning processes that cannot be encompassed by an unchanging hypothetical formulation. (Vygotksy, 1978, s. 35)

Vygotskys definition av begreppet ZPD var, enligt Miller (1993), initialt vag och tvetydig, vilket ledde till att det under åren har tolkats och analyserats på olika

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

sätt. Därtill behöver vi enligt Wertsch (1985) påminnas om att det fanns betydande skillnader mellan den forskning som bedrevs om barns och elevers lärande och utveckling i väst och öst. Vygotsky byggde i öst upp en begreppsstruktur inom ramen för en forskningstradition med andra ambitioner att utveckla kunskap om barns lärande än de som fanns i väst. Grunden för detta påstående hämtar Wertsch från en diskussion mellan Bronfenbrenner och Leont'ev flera år efter Vygotskys död. Leont'ev hävdade att de amerikanska forskarna ständigt sökte efter kunskap om hur barnet kom att bli vad det är: "came to be what he is" (Bronfenbrenner, 1977, s. 67). Forskare i USSR strävade, enligt Leont'ev, efter att ta reda på hur barnet "can become what he not yet is" (Bronfenbrenner, 1977, s. 67).

Wood et al. (1976) beskrev kommunikativ stöttning (scaffolding) för elevens lärandeprocess på följande sätt: "the process that enables a child or novice to solve a problem, carry out a task or achieve a goal which would be beyond his unassisted efforts" (s. 90). Forskarna exemplifierade lärandeprocessen genom en beskrivning av hur en lärare konkret hjälpte tre- och femåriga barn att bygga en pyramid genom att koppla samman tråklossar. Mercer (1991) har analyserat deras beskrivning med tanke på att den från forskarnas perspektiv utgjorde ett föredöme vad gällde lärarens agerande: den visade "the kind and quality of cognitive support which an adult can provide for a child's learning" (Mercer, 1991, s. 64). Enligt Mercer framställdes lärandeprocessen som huvudsakligen avhängig lärarens agerande. Läraren kontrollerade vad som skulle uppmärksammas, demonstrerade hur barnen skulle göra, delade upp uppgiften och bedömde slutmålet.

Stone (1998) uttrycker oro för en tolkning av scaffolding som resulterar i ensidigt fokus på lärarens agerande i form av "the imposition of a structure on the student" (Stone, 1998, s. 349). Stone hävdar att om lärarens stöd till sin karaktär blir övervägande vuxenstyrt och ensidigt, skulle det kunna resultera i att undervisningen fördes tillbaka till teorier om lärande som var dominerande före Piaget. Piagets (1984) synsätt innebar att betrakta barnet som en aktiv konstruktör av sin egen kunskap och som upptäckare och utforskare. Inom den undervisningstradition som följde en konstruktivistisk idé om lärande antogs man att eleven inte behövde någon hjälp att exempelvis se mönster och samband inom naturvetenskapliga ämnesområden (Gärdenfors, 2006). Eleverna antogs helt enkelt själva finna teoretiska mönster genom att delta i en elevstyrd undervisning. Där skulle eleverna själva kunna undersöka och upptäcka, genom att söka information ur böcker och i kunskapsbaser, göra egna experiment eller arbeta med projekt.

Andra forskare (exempelvis Daniels, 2001; Lave & Wenger, 1991) betraktar begreppet scaffolding som begränsande i jämförelse med idén om ZPD. De hävdar att begreppet stöttning mycket väl kan tolkas som en envägskommunikation. Läraren, som ger hjälpen, konstruerar själv stödets utformning och presenterar det för den lärande. Begreppet ZPD handlar däremot om en socialt förmedlad kunskap. Eleven är själv aktör och medskapare i sin egen utveckling och genom interaktion tillgodogör man sig stöd från läraren.

Rogoffs (1995, 1998) tolkning av Vygotskys teori om ZPD är att det, bildligt sett, handlar om ett dynamiskt och ytterst mottagligt 'område' för barns utveckling. Genom att delta i problemlösning tillsammans med mer erfarna medlemmar av en grupp, är barnet mottagligt för att ta till sig kulturella kunskaper och färdigheter (Rogoff, 1990). Med denna utgångspunkt och med hänvisning till ett antal socialt baserade teorier (exempelvis Cole, 1985; Luria, 1976; Wertsch, 1984, 1985) utvecklar Rogoff (1995, 1998) begreppet *guided participation* för att söka förståelse för elevers lärande. Detta innebär att man ägnar sig åt att:

Building bridges from child's present understanding and skills to reach new understanding and skills and arranging and structuring children's participation in activities, with dynamic shifts over development in children's responsibility. (Rogoff, 1990, s. 8)

Begreppet *guided participation* använder Rogoff framförallt om små barns lärande i social interaktion med vuxna, då de ömsesidigt är engagerade i och samtalar om upplevelser. Det guidade deltagandet innebär att barn och andra är involverade i en gemensam process med utgångspunkt i barnets förståelse och förmåga att nå ny insikt och kunnande. Rogoff hävdar, att denna process i sig kräver arrangemang och struktur (Rogoff, 1990, s. 8). I detta sammanhang lägger Rogoff tonvikten på det aktiva barnets delaktighet i sin egen utveckling genom framförallt problemlösning:

Children seek, structure, and demand the assistance of those around them in learning how to solve problems of all kinds. They actively observe social activities, participating as they can. (1990, s. 16)

Rogoff påpekar att problemlösning återspeglar mänskliga målsättningar som engagerar andra människor. Det handlar om människans lärande med hjälp av undersökningar, utforskningar, olika idéer, lösningar och förslag snarare än att lära sig enkla uppgifter och föreskrifter utantill eller att förvärva direkta färdigheter (Rogoff, 1990).

I Rogoffs teoretiska resonemang finner vi likheter med Vygotskys (1978) begrepp intersubjektivitet, som avser en ömsesidigt delad förståelse bland deltagare i en verksamhet. I en sådan process inbegrips delat fokus och mening

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

mellan ett barn och någon annan, mer erfaren eller kunnig, person: "both guidance and participation in culturally valued activities are essential to children's apprenticeship in thinking" (Rogoff, 1990, s. 8). Enligt Wertsch (1985) är intersubjektivitet även central för begreppet mediering med tanke på att barnet och den vuxne etablerar en gemensam förståelse i den sociala och kulturella kontexten.

Tolkningar och definitioner av de teoretiska begreppen scaffolding och ZPD (zone of proximal development) ger inga entydiga rekommendationer om hur lärare skall undervisa (Vygotsky, 1978, s. 33). Utifrån Vygotskys teori om ZPD anses kvaliteten på interaktionen mellan vuxna och barn vara en avgörande faktor för stödjandet av barns lärande i undervisning (Fleer, 1992; Tharp & Gallimore, 1988). Wells har identifierat några faktorer som han anser skulle kunna vara betydelsefulla i en kommunikativ stöttning av god kvalitet (educational scaffolding): "the essentially dialogic nature of the discourse in which knowledge is co-constructed; the significance of an activity in which knowing is embedded; and the role of artifacts that mediate knowing" (Wells, 1999, s. 127). Både de intellektuella och fysiska redskapen fungerar, med andra ord, som strukturerande resurser som möjliggör för eleverna att tolka situationen och agera kompetent i kontexten ifråga (Säljö, 2000).

Även Mercer och Fisher (1993) ger exempel på viktiga kriterier för undervisningen av god kvalitet. Deras utgångspunkt är analyser av lärares stöttning av elever i datorbaserad undervisning med fokus på samarbete mellan lärare och elever i utvecklandet av kunskap och förmåga:

- a) enable the learners to carry out the task which they would not have been able to manage on their own; b) be intended to bring the learner to a state of competence which will enable them eventually to complete such a task on their own; c) be followed by evidence of the learners having achieved some greater level of independent competence as a result of the scaffolding experience. (s. 350)

Mercer och Fisher (1993) förespråkar därmed ingen specifik metod i skolans undervisning. Deras synsätt kan jämföras med Aikenhead (2006), som argumenterar för att alla metoder som på ett interaktivt sätt engagerar elever i att möta skolans innehåll inkluderat kunskap om naturen, är betydelsefulla för god undervisning:

- Any method that engages students in an interactive way will make school science more relevant to them. Thus it is the quality of interactivity that is important not a particular teaching method. (s. 73)

Jag återvänder till frågan om hur människan tar till sig, utvecklar, ändrar och använder tankeformer och färdigheter mellan olika situationer. Detta är en grundläggande fråga om lärande och kunskapsutveckling i stort (Säljö, 2000). Frågan är

därtill ytterst väsentlig med tanke på hur elevers lärande i skolan skall ge användbara redskap i andra sammanhang och situationer. Rogoff (1990) argumenterar mot forskningens ofta alltför ensidiga fokus på elevers tankar om, eller lösningar av, enskilda uppgifter för att söka efter ökad förståelse kring lärandets process. Ur ett sociokulturellt perspektiv hävdar Rogoff att det istället är värdefullt att studera hur elever deltar i pågående aktivitet, hur de engagerar sig och tar ansvar för vad som sker i aktiviteter, samarbetar med andra och hur deras förändrade förståelse kommer till uttryck. I ett sociokulturellt perspektiv är det i den kommunikativa praktiken, där elever interagerar med andra och med artefakter, som deras kunnande framträder (Jakobsson, Mäkitalo, & Säljö, 2009).

Forskning med fokus på lärandeprocesser ur ett sociokulturellt perspektiv

Forskning med fokus på approprieringsprocesser undersöker människors handlingar i interaktion med andra i sociala praktiker. Centralt i mina studier är att undersöka hur elever talar och förstår det innehåll som kommunikationen handlar om i skolans och förskolans naturvetenskapliga undervisning. Inom ramen för en omfattande datasökning har jag funnit ett mycket rikt utbud av studier utförda i ett sociokulturellt perspektiv på undervisning i naturvetenskap. Det visar sig dock vara betydligt färre studier som analyserar interaktion i naturvetenskaplig undervisning med yngre elever. Antalet genomförda studier reduceras ytterligare när det rör sig om studier som uppmärksammar hur lärande och kunskap om skolinnehåll som vatten och ekologiska samband medieras i kommunikationsprocesser, dvs. studier som mer direkt relaterar till tematiken i denna avhandling.

I detta kapitel har jag valt att presentera några olika studier vars tematik är relevant och intressant för mina forskningsfrågor. Inom varje tematik förekommer undersökningar av förskolans och skolans undervisning vars innehåll är av naturvetenskaplig karaktär. Samtliga studier handlar om kommunikationsprocesser men med olika forskningsfokus. Inledningsvis gäller det integration av elevers egna erfarenheter, därefter hantering av begrepp i olika kontexter med varierade medierande redskap och slutligen interaktion med inriktning mot utveckling och lärande av både begrepp- och processkunskap. Min ambition är inte att presentera tidigare forskning utifrån någon åldershierarki. Strävan ligger snarare i att lyfta fram olika betydelsefulla aspekter av institutionellt lärande som är relevanta till mina egna studier om främst förståelse av vattnets kretslopp.

Betydelsen av elevers egna erfarenheter för att förstå omvärlden

Dewey (1956) uttryckte på sin tid en oro för att skolan tenderade att lägga alltför stor vikt vid innehållsliga frågor i relation till läroplanens mål istället för att uppmärksamma innehållet i barnets egna upplevelser. Skolan tycktes, enligt Dewey, ofta glömma eller helt enkelt försumma att barnets liv utgör en helhet, "the child's life is an integral, a total life" (Dewey, 1956, s. 5). Betydelsen av barns egna erfarenheter och upplevelser är utgångspunkten för studier av Robbins (2005), Castano (2008) och Lim och Barton (2006).

Robbins (2005) har undersökt barns lärande om naturen, främst om regn (se även Robbins, 2003), genom att uppmärksamma egna upplevelser och erfarenheter. Studien genomfördes under en 18 månader lång undervisningsperiod med barn mellan 3 och 8 år. Under ledning av forskaren deltog barnen i olika aktiviteter med fokus på regn. Data samlades in genom bland annat inspelningar av samtal och diskussioner mellan barnen och forskaren. Såväl genomförandet som analyser av datamaterialet gjordes med utgångspunkt i Rogoffs (1995, 1998) teorier med fokus på lärande som samband mellan individuella, sociala och kulturella processer. Det innebar att olika faktorer som bedömdes som särskilt värdefulla för barnets lärande uppmärksammades i kommunikationen. Det rörde sig exempelvis om att samtalet handlade om annat än det som forskaren hade planerat, innehållet kom från andra källor än från undervisningen och om användningen av gester som kunde stödja barnets meningsskapande. Följande samtal mellan forskaren (J) och Ollie, 4 år och 7 månader gammal, är ett exempel på hur barnet använde olika erfarenheter av regn:

J: ..I wonder if you can tell me, how do you think we get the rain?

Ollie: Ah (said with great surprise), well, from the clouds!

J: Aha, and how does that happen?

Ollie: Well, well, the rain wooshes very hard, to make the cloud open.

J: Does it?

Ollie: Like this (moves arms quickly across his body)

J: Mm-huh.

Ollie: Chop, nah, nah, some drip drop, drip, drop, rain's falling down (sing-song) drip, drop, drip drop, washing all around, let's put on the gum leaves, and rain is on the hats, and jump in all the puddles with a splish, splash, splash.

J: That was a nice song.

Ollie: N'yeah... it's on Banans in Pyjams (sic).

J: Is it? Okay, uh-huh... So how does the rain get to the clouds, I wonder?

Ollie: Oh...well....oh, I don't know. (Arms out in a shrugging motion)

J: That's a bit hard, isn't it?

Ollie: N'yeah, is a bit hard. (Robbins, 2005, s. 163)

I analysen tolkade forskaren att Ollie genom gester förstärkte sina erfarenheter av ljud som han hört i samband med regn. Sången, som han kunde läsa upp, var ett viktigt kulturellt redskap som hjälpte honom att organisera och uttrycka sina tankar om regn. Enligt Robbins visade sig dessa faktorer vara betydelsefulla för Ollies meningsskapande. Av det övergripande resultatet att döma förändrades kommunikationsmönstret under forskningsstudiens gång. I takt med att forskaren alltmer överlät till barnen att leda samtalet utifrån sina erfarenheter, minskades hennes kontroll över de frågor som hon initialt fann viktiga. Enligt Robbins använde barnen i allt högre grad också kulturella redskap ("mental cultural tools", s. 151) som pauser och gester. Barnets egna erfarenheter från skilda kontexter visade sig vara stödjande för lärandet om regn.

Castano (2008) har undersökt hur elevers upplevelser genom observationer i närmiljön kan stödja deras lärande om naturen. Studien genomfördes i undervisning med colombianska flickor (9 till 10 år) i naturvetenskap med innehåll om bland annat "the needs of living organisms" och "food chains" (s. 571). Innehållet gällde främst komplexa relationer mellan olika djurarter och den omgivande miljön. Under en två månader lång period stöttade läraren eleverna i olika organiserade undervisningssituationer. Data samlades in och analyserades med hjälp av såväl kvantitativa som kvalitativa metoder.

Undervisningen baserades på att eleverna kontinuerligt genomförde observationer i närmiljön, letade efter information i olika källor och deltog i diskussioner. De ombads att ständigt söka efter samband mellan sina naturvetenskapliga uppfattningar och egna personliga erfarenheter. Elevernas olika erfarenheter skulle även synliggöras i rollspel som tog upp autentiska frågor rörande komplexa relationer mellan djurarter och den omgivande miljön. Följande exempel är ett utdrag ur ett rollspel där eleverna spelade beskyddare av läppbjörn (slothbear) och småbrukare (peasants) som sålde björnar för att överleva:

Student1: Protectors of sloths, why is it bad that peasants take the sloths like pets?

Student2: Because the sloths are exotic animals so if they use it as pets they will die

Student3: Yes, and look, if they take them out of their habitat the people who buy them won't have it long time because the sloths can't survive without his mom, so

Student2: Peasants?

Student1: So what you are saying is that you care more about sloths that are endangered than we, peasants die. Because we don't have money to eat, we don't have money to our houses and no water. (Castano, 2007, s. 581)

I rollspelet använde elever som spelade beskyddare av läppbjörn endast enstaka argument som handlade om att läppbjörnar som togs ur sin miljö för att bli sällskapsdjur kom att dö. De tog på intet sätt småbrukarnas situation i beaktande. Enligt Castano visade det övergripande resultatet att de flesta eleverna huvudsakligen relaterade andra levande organismers levnadsvillkor till sina egna personliga erfarenheter, som i sin tur i hög grad bestod av empatiska attityder. Castano drar slutsatsen att undervisning med naturvetenskapligt innehåll måste tydliggöra för eleverna att de egna handlingarna som påverkar deras liv, också påverkar andras liv och miljön. Hon hävdar att om barn redan under sina tidiga skolår får möjlighet att uttrycka sina känslomässiga attityder till naturvetenskapligt innehåll, kan de också utveckla kreativt tänkande för sociala frågor som har anknytning till naturvetenskapliga dilemman.

Lim och Barton (2006) har studerat vilken roll elevers egen erfarenhet av omgivningen och den egna sociala och kulturella tillhörigheten har för lärande i naturvetenskap. I sina etnografiska studier i miljöundervisning med elever (10-12 år gamla med olika etniskt ursprung) använde författarna begreppet "sense of place" definierat som "a living ecological relationship" (s. 107) som ett redskap för att studera sambandet mellan en individ och hennes kulturella och sociala miljö. Data samlades in genom naturalistiska observationer under ett tema om duvor. Genom analyser visade det sig att läraren under lektionerna fokuserade på biologiska aspekter av duvan, olikheter i färgsättning, anatomi och uppförande. Eleverna, å sin sida, uttryckte inte bara kunskap om duvor utifrån sina iakttagelser av duvor utan även direkt negativa känslor och attityder gentemot duvor. Det handlade exempelvis om att duvorna var fula och bar på sjukdomar som rabies: "They are ugly", "Carry diseases like Rabies" (s. 118). Känslorna relaterades även till indirekta andrahandskällor som hade gett negativa omdömen om duvorna, som t.ex. "my mom said..." (s. 119). Resultatet visade att lärarens övergripande syfte med undervisningens var att eleverna skulle förstå duvors morfologi. Eleverna skapade å sin sida mening genom att integrera kunskap om duvor med känslomässiga intryck av duvor. Eleverna måste få stöd för att samtala om duvor ur olika perspektiv, varav ett är att betrakta duvor som delar av ett biologiskt eller ekologiskt system.

Hantering av begrepp i olika kontexter med varierade medierande redskap

I ett sociokulturellt perspektiv handlar lärande om hur människor utvecklar förmågor som är kulturella till sin karaktär. I undervisning i naturvetenskap i förskolans och skolans kultur har skilda resurser, medierande redskap, utvecklats

för att stödja elevernas förståelse av kunskap om naturen relaterad till vetenskaplig kunskapsbildning. Användning av artefakter har visat sig spela en viktig roll för elevers lärande (Roth, McGinn, Woszczyna, & Boutonné, 1999). Artefakter utgör en resurs för individer att förstå situationen, samtidigt som de medierar transaktioner mellan olika innehåll. Med andra ord handlar det om att eleverna skall kunna delta i en praktik som präglas av naturvetenskaplig kommunikation (Lemke, 1993).

I undervisningssammanhang är resurserna integrerade på olika sätt. Organiseringen av innehåll och verksamhetens art anges genom termer som är väl kända i skolans kultur. I följande presentation har jag kategoriserat forskningsstudierna utifrån sådana termer. Det gäller temaundervisning, experimenterande och undersökande verksamhet (Akerson, Flick, & Lederman, 2000; Lidar, Lundqvist, & Östman, 2006; Säljö & Bergqvist, 1997; Thulin, 2006; Thulin & Pramling, 2009), liksom användning av datorprogram och multimodala konstruktioner (Alexandersson, Linderöth, & Lindö, 2000, 2001; Marquez, Izquierdo, & Espinet, 2006; Squire & Klopfer, 2007). De aktuella kontexterna är relevanta för mina studier, eftersom de på olika sätt knyter an till avhandlingens empiri.

Thulin (2006) har undersökt hur barn och lärare talar om naturvetenskapliga fenomen i temaarbete på förskolan. I studien samlades data in genom observationer och videoinspelningar av temaverksamhet om livet i tre stubbar under två månaders tid, med tre lärare och 21 barn (4-6 år gamla). I en senare studie (Thulin & Pramling, 2009) analyserades det empiriska materialet med fokus på hur och när lärare i samtal med barn använde termer som kunde härledas till antropomorfism. Begreppet innebär att icke mänskliga företeelser talas om som om de hade mänskliga egenskaper. Enligt analyserna använde lärarna medvetet uttryck för mänskliga egenskaper för att få barnen att utveckla förståelse för fenomen i närmiljön. I följande samtal riktar läraren uppmärksamhet mot gräsuggor, maskar och löv som lagts i en burk:

Teacher: Do they like each other, d'you think, the woodlouse and the worm?

Anna (4,9 år): Mm

Teacher: [...] Imagine if they've become pals, here in this pot, and play with each other.

Anna: [*Silent, looking into the pot the teacher is holding*]

[*The teacher turns their attention to the fact that there is a stick inside the pot*]

Teacher: What, is it practising balancing, maybe?

Anna: [*Looks and giggles*]

Teacher: Have gym maybe.

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

Anna: Perhaps it wants to nibble the stick?

Teacher: I think they like the stick. Better than leaves?

Anna: Mm, leaves too.

Teacher: What do they do in the daytime?

Anna: Perhaps play a bit and nibble the leaves.

Teacher: What more do they do then?

Anna: Don't know.

(Thulin & Pramling, 2009, s. 144)

Som framgår av utdraget ovan talade lärarna med barnen om att gråsuggor och maskar leker, och tycker om varandra. Enligt analysen använde de antropomorfistiska uttryck för att rikta barnens uppmärksamhet mot något eller att sätta fokus på vad som hände i en given situation.

Enligt Thulin och Pramling visade resultatet att lärarna använde uttryck för mänskliga beteenden i samtal i temaverksamheten för att få barnen att lära sig hantera djur på ett respektfullt sätt. De anser att användning av antropomorfistiskt språk kan betraktas som en lärarstrategi för att hantera förskolans dilemma, att å ena sidan få tillgång till barnens erfarenheter, och å andra sidan utveckla deras förståelse för naturvetenskapliga fenomen. Forskarna hävdar att genom att besjåla djur och ge dem mänsklig gestaltning, kan det naturvetenskapliga innehållet gömmas i social omsorg och inte lyftas fram och bli tydligt för barnen.

Akerson et al. (2000) har undersökt det kommunikativa samspelet mellan lärare och yngre elever i temaarbete om astronomi, bl.a. om planeter, med stöd i olika medierande redskap. Den naturalistiska studien genomfördes som en fallstudie med bl.a. två strategiskt utvalda lärare, Ms. Shelton och Mr. Bultena, båda med lång erfarenhet av undervisning och med en uttalad syn att naturvetenskap är viktig för yngre åldrar. Data samlades in genom observationer. Analysen visade att de båda lärarna använde olika strategier för att uppmärksamma, integrera och stödja eleverna i kommunikationsprocessen.

Ms. Shelton inledde verksamheten med ett samtal som byggde på elevernas idéer och erfarenheter. Därefter inbjöds eleverna kontinuerligt att ge uttryck för sina kunskaper och erfarenheter genom frågor som: "What do you know about astronomy?" (s. 370). Vidare stödde läraren elevernas kommunikation om planeter med hjälp av olika resurser som knöt an till deras erfarenheter. Det handlade exempelvis om demonstrationer med konkret material, läsning av barnböcker med fackinnehåll och begreppsförklaringar. Forskarna betecknade lärarens stöd som cykliskt, vilket innebar att läraren ständigt återkom till elevernas idéer och erfarenheter. Mr. Bultena, inledde lektionen på liknande sätt

som Ms. Shelton men besvarade eller bemötte elevernas idéer genom att referera till vetenskapliga förklaringar. Därefter läste eleverna själva i läroböcker och experimenterade. Lektionen avslutades med en diskussion utifrån elevernas erfarenheter av experimenten.

Analysen visade att de båda lärarna använde olika kommunikativa strategier i det sociala samspelet med eleverna i den naturvetenskapliga verksamheten. Forskarna tolkade att ingen av lärarna använde sig av medvetna strategier för att stödja elevernas lärandeprocess med utgångspunkt i elevernas olika erfarenheter och idéer. Istället inriktade sig båda lärarna på att guida eller rikta samtalen mot en gemensam syn eller definierad kunskap, som var planerad av läraren. Följande utdrag visar prov på denna strategi.

Det första exemplet är hämtat från en situation då Ms. Shelton har ritat en bild av planeternas omloppsbana på tavlan och eleverna hanterar miniatyrplaneter:

Teacher: Okay—let’s talk about the orbits. We talked a little bit about my drawing not being to scale. Does anyone know what that means, “to scale”?

Student 2: The planets aren’t really that close to each other. The sun is really lots bigger.

Teacher: She is right, exactly. If I made the picture with the sun in scale I wouldn’t have room for the rest of the planets. By my drawing I am not trying to show their distances or relationship to the sun, just their orbits. (Akerson et al., 2000, s. 372)

I lärarens fokus finns begreppet ”scale” (skala) som hon relaterar till sin bild av planeternas omloppsbana. Elevens samband mellan begreppet skala och planeternas storlek värderas av läraren. Hon följer däremot inte upp elevens förklaring i samtalet utan förklarar att syftet med bilden endast är att visa på planeternas banor.

Ms. Bultena har förklarat nödvändigheten av att använda speciella handskar i rymden när följande samtal utspelar sig:

Teacher: Actually, they have already worked on the Hubble telescope. They were actually to go up there with robotic work crews. So, would they need these kinds of gloves to work on the telescope?

Students: Yeah!

Teacher: Now you have some ideas of what would be helpful to have on your gloves—friction would be helpful to help you hang on to things. How could you keep your things from floating away?

Student 7: Use Velcro.

Student 8: You could have a kind of a cord that is hooked on to your tools and it is hooked on to you so it won’t go away.

Student 9: You could have lots of pockets and stuff to carry things in.

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

Teacher: All these things had to have someone thinking about them and saying, “This would be a good idea.”

Student 10: Maybe magnets would work.

Teacher: These are areas you might think about in your futures—you may have to use some of these things if you get a job in space. I’m glad I got to talk to you, because it was most interesting. (Akerson et al., s. 375)

Efter lärarens inledande repliker får eleverna frågan: “How could you keep your things from floating away?” Flera elever ger olika förslag för att förhindra att utrustningen svävar iväg. Läraren uttrycker dock endast att det var intressant, men använder inte elevernas idéer som innehåll i kommunikationen.

Utifrån resultatet hävdar Akerson et al. (2000) att den stödjande roll som lärarna själva ansåg sig inta i kommunikationsprocessen snarare kunde ha verkat hämmande för elevernas lärande. Forskarna identifierade några faktorer som kunde ha påverkat den sociala interaktionen. Det handlade exempelvis om lärarnas svårigheter att förstå elevernas idéer i relation till en naturvetenskaplig kunskap. Därtill tycktes lektionstiden sällan räcka till för att utveckla samtalen vidare.

Experimenterande, som en artefaktintensiv kontext, antas ha en signifikant roll för att både skapa en praktisk och konkret erfarenhet av vetenskapliga fenomen och att tillämpa vetenskaplig kunskap i skolans undervisning. Säljö och Bergqvist (1997) har studerat hur lärare och elever, 13-14 år gamla, samtalande om ljus under fysiklaborationer i skolans undervisning. Data samlades in genom deltagande observation. Under en period av tre veckor skulle eleverna lära sig olika begrepp relaterade till fenomenet ljus, genom bl.a. experiment vid en s.k. optisk bänk. En del av experimenterandet innebar att eleverna placerade ett prisma framför ljuskällan. Förutom att finna att ljuset delades upp i färger, fann eleverna inget uppseendeväckande, även när de av läraren särskilt uppmanades att se efter ”vad som hände”.

Analyserna visade att eleverna hade egna erfarenheter från vardagliga situationer utanför skolan av flera av de fenomen som varit i fokus under fysiklaborationerna. De hade således en alldaglig förståelse genom upplevelse av ljus, vilket även kunde innebära att de tog ljuset, dess styrka och rörelse för givet. I skolans undervisning mötte de ett annat sätt att betrakta ljus. Detta synsätt, som byggde på naturvetenskaplig kunskap utvecklat om ljus som ett optiskt fenomen, var mer eller mindre tydligt uttalat i skolans undervisning.

Utifrån resultatet hävdar Säljö och Bergqvist att eleverna befann sig i korsningen av två eller fler möjliga sociala praktiker när de deltog i experiment.

The students are in a sense at the crossroads of two, possibly more, discursive practices when participating in these experiments: their own taken-for-granted,

common-sensical understanding and the one more or less explicitly offered through schooling. (Säljö & Bergqvist, 1997, s. 398)

Forskarna anser vidare att eleverna, för att förstå hur ljuset fungerade i den optiska bänken, skulle ha behövt ha en viss insikt i de vetenskapliga teorier om ljus som bänken är avsedd att illustrera. Bänken i sig är inte tillräcklig för att förmedla dessa bakomliggande insikter.

En liknande, naturalistisk studie av kommunikationsprocesser under laborationer i kemiundervisning med 13-14 år gamla elever, genomfördes av Lidar et al. (2006). Experimentet som handlade om löslighet och mättade och omättade lösningar, bestod av en praktisk uppgift kallad "Cold and hot water as solvent" (s. 155). Uppgiften innebär att eleverna, med lärarens stöd, skulle lösa salpeter i vatten för att åstadkomma en mättad lösning. Enligt instruktionen skulle lösningen först hettas upp och därefter avkylas. Följande samtal utspelades när eleverna undersökte vad som hände när salpeter tillsattes i vatten:

Gustav: What happens ... It dissolves and it doesn't look at all peculiar

Linus: It's all white!

Gustav: What happens... nothing!

Anton: It's transparent

Linus: What is happening?

Gustav: Teacher (*calls the name of the teacher*), now it only looks like ordinary water again

Teacher: Yeah

Gustav: Nothing has happened except it dissolved

Teacher: Yes but it's a, something has happened, right?

(Lidar et al., s. 156)

Eleverna iakttog att salpetern löste sig i vattnet, att lösningen först var vit och genomskinlig men efter en stund åter såg ut som vanligt vatten. Läraren bejakade elevernas svar och gjorde gällande att något hade hänt. Av repliken: "Yes but it's a, something has happened, right?" framgick att läraren visste vad som var värt att notera och vad som räknades som resultat. Eleverna hade däremot inte denna kännedom. Det var uppenbart att samtalet handlade om något som var viktig kunskap i denna speciella skolsituation.

Forskarna hävdar, i analogi med Säljö och Bergqvist ovan, att ingenting i resultatet tyder på att situationen har hjälpt eleverna att lära sig vad som är värt att observera för att förstå mer av ett naturvetenskapligt fenomen. Det som eleverna var satta att observera är fenomen som representerar kunskap i en specifik diskursiv miljö med ett naturvetenskapligt perspektiv på kunskap.

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

Skolans undervisning är multimodal till sin karaktär. Det betyder att den byggs upp av medierande redskap, kombinationer av kommunikativa och fysiska artefakter, bland annat datorer och datorprogram av varierande slag. Alexandersson et al. (2000, 2001) har i ett antal studier undersökt hur yngre elever hanterar och interagerar med olika interaktiva multimedieprogram⁹. Data samlades in genom fältstudier, observationer med videoinspelningar, intervjuer och genom några designade undervisningsmoment. Forskarna analyserade dels datorprogrammets design, dels elevernas hantering och samverkan med programmen. Det visade sig att datorprogrammets design eller egenskaper kunde beskrivas i termer av att de innefattade två olika nivåer, en interaktiv teknisk nivå, som styrdes av regler och en metaforisk nivå, med ett gestaltande innehållsligt fokus.

Eleverna interagerade med datorprogrammen på olika sätt. Ibland uppmärksammades inte innehållet, som representerade olika fenomen av bland annat naturvetenskaplig karaktär, i vare sig handling eller samtal. Vid andra tillfällen interagerade eleverna med innehållet på en regelnivå utan att uppmärksamma dess metaforiska, innehållsliga mediering. Vidare interagerade eleverna med de simulerade metaforerna som om de i sig utgjorde en kontext. Följande exempel visar fyra flickor som skulle konstruera en park som avsågs representera en specifik klimattyp i USA:

Emma: *(Klickar på funktionen för att plantera in blommor. En meny med olika arter kommer upp. Några med gula och andra med gröna.)*

Liv *(pekar på skärmen och säger):* "Ta dom där".

Emma: *(planterar in den blomma som Liv föreslår.)*

Tove: Ta massa buskar och blommor och sådana så får du en bra park.

Liv *(pekar på arterna och säger):* "Ta sådana, dom är jättevackra".

Gunilla *(pekar på arterna och säger):* "Ta sådana också".

Liv: Nej det går inte. Dom vissnar. Den är gul.

Det visade sig att elevernas uppmärksamhet var riktad mot vilka blommor som skulle planteras in i parken. Enligt forskarna skapade eleverna mening i kontexten på sina egna villkor vilket ledde till att den estetiska aspekten blev överordnad medan blommornas funktion i parken blev mindre betydelsefull.

Enligt Alexandersson et al., (2001) visade resultatet av studierna i sin helhet på att eleverna socialt samspelade med varandra i relation till ett innehåll. Dock fanns tendenser till att samspelet med lätthet kunde reduceras till instrumentellt

⁹ Bland annat ingick programmet SIMSafari, en simulering av en afrikansk savann. Detta program är i fokus i den undervisning som studeras i avhandlingens tredje studie.

handlande utifrån en ”rätt eller fel” norm istället för att innehållsligt stödja en kunskapsprocess.

Marquez et al. (2006) har analyserat kommunikationsprocesser i en undervisningskontext med 12-åriga elever, då en multimodal konstruktion bestående av kombinationer av diagram, ord, bilder, grafer och matematiska ekvationer utgjorde stödjande resurser för elevernas förståelse av vattnets kretslopp. Fokus i studien låg på lärarens strategier. Studierna genomfördes som observationer av två på varandra följande undervisningstillfällen och analyser gjordes av segment av kommunikationsprocesser med tanke på lärarens tal, användning av gester, teckningar eller symboler och text som skrevs på ’svarta tavlan’.

Analyserna visar att läraren, förutom enstaka frågor till eleverna, själv beskrev vattnets kretslopp. Det skedde främst genom muntliga förklaringar, gester och symboler för rörelse och cirkulation med viss hänvisning till några delar av den multimodala konstruktionen. Språkligt använde läraren i ytterst liten grad vetenskapliga begrepp utan istället verb som ”gå” (engelska *pass* eller *go*) i kombination med gester, med hela armen eller handen. För att visa på dynamik, som förändringar och fasövergångar, i modellen för vattnets kretslopp, använde läraren diagram i kombination med pilar. Läraren använde därtill pilar som symboler för olika fenomen. De betecknade både vattnets rörelse i flytande form, avdunstning och vindars riktning men även en följd av förändringar i vattnets cirkulation. Under de två lektionerna ökade läraren påtagligt abstraktionsgraden i sin presentation av innehållet.

Resultatet visade att de multimodala resurser som fanns att tillgå i undervisningen främst användes av läraren. Den dominerande strategin var att läraren själv förklarade modellen av vattnets kretslopp genom att omväxlande fokusera på vad man kan se i naturen och vad vi vet om vattnets funktion i naturen. Förklaringarna bestod i sin helhet av en samlad specifik och exakt beskrivning av vattnets kretslopp som ett vetenskapligt abstrakt begrepp. Eleverna fick därmed inte själva hantera den multimodala konstruktionen som stöd för sin förståelse av vattnets kretslopp.

Squire och Klopfer (2007) har i en naturalistisk fallstudie undersökt kommunikation och social interaktion i naturvetenskaplig undervisning som handlade om en simulerad realistisk lokal miljöolycka. Avsikten med undervisningen var att eleverna, 15-16 år gamla, skulle hantera potentiella konsekvenser av olyckan. Som stöd för verksamheten fanns datorprogrammet *Environmental Detectives* där eleverna kunde hantera konkret information, hämtad från den omgivande miljön och naturvetenskapliga förklaringar.

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

Huvudfokus i studien var kommunikationsprocesserna, när eleverna tillsammans urskilde, avgränsade och löste problem. Datainsamlingen gjordes med hjälp av observationer av den pågående verksamheten och intervjuer i samband med elevernas avrapportering av föreslagna åtgärder. Under arbetets gång genomförde eleverna, gruppvis, miljöundersökningar i den omgivande naturen för den simulerade olyckan. I uppgiften låg att ta hänsyn till sociala och geografiska faktorer och den tid som möjligen fanns i verkligheten för att förhindra vattenförorening. Eleverna skulle själva samverka med datorprogrammet i urskiljandet av betydelsefulla innehållsliga aspekter i den gestaltade miljöolyckan.

Vid analyserna framkom att eleverna agerade på skiftande sätt. Elevgrupperna hade generellt relativt lätt att integrera konkret information med vetenskapliga fakta. De uttryckte sig om egen erfarenhet från besök i terrängen, kunskap om kemikalier och miljöproblem. Vad gällde kommunikationsprocessen hade eleverna tydliga svårigheter med att diskutera, förhandla om och ta ställning till hur insamlad data i omgivningen skulle integreras med vetenskaplig kunskap. Ofta förekom att elever inom en grupp förde fram emotionella synpunkter eller drev egna personliga ställningstaganden, vilket påverkade de beslut som togs i gruppen. Flera lag rapporterade exempelvis att det var osannolikt att miljögiften skulle nå det näraliggande ytvattnet eftersom olyckan var så geografiskt avlägsen. Andra drog slutsatser om att kemikalier från olyckan inte påverkade det grundvatten som användes till dricksvatten fast de inte kunde presentera några argument för sina ställningstaganden, vare sig från konkreta undersökningar eller från naturvetenskaplig information. Under den muntliga rapporteringen uppenbarades att eleverna inte förstod miljöproblemets komplexitet.

Av resultatet drar forskarna slutsatsen att när eleverna ställdes inför ett simulerat miljöproblem uppenbarades att de använde de naturvetenskapliga förklaringarna som vore de fakta som alltid gäller oavsett situationer och sammanhang. Squire och Klopfer hävdar att eleverna generellt sett inte hade mentala redskap för att kunna hantera den virtuella situationen.

Zeyer och Roth (2009) har undersökt schweiziska elevers (15-16 år gamla) kommunikation om ekologiska frågor och miljöproblem. Forskarna var intresserade av hur skolans tidiga miljöundervisning, samhällsliga politiska miljöprogram och medial uppmärksamhet på ekologiska frågor kunde återspeglas i äldre elevers sätt att uttrycka sig. Studien inleddes med en enkätundersökning med frågor utarbetade av lärarna. Svaren sammanställdes statistiskt av forskarna. Resultatet presenterades för eleverna som därefter tillfrågades om vilka uppfattningar och känslor som ämnet ekologi skapade hos dem: "What sentiments and

emotions does the topic 'environment'¹⁰ create in you?" (s. 967). Data samlades därefter in under diskussioner och samtal i helklass samt under uppföljande djupintervjuer med eleverna.

Analysen visade att eleverna i princip använde två överordnade inställningar. Det handlade dels om ett synsätt som byggde på sunt förnuft, "the commonsense repertoire". Detta kunde i sin tur delas upp i "the folk science repertoire" och "the folk psychology repertoire" (Zeyer & Roth, 2009, s. 969). Dels gällde det ett förmedlande perspektiv, "the agential repertoire", som i sin tur kunde beskrivas i termer av en pragmatisk hållning, "the pragmatist repertoire" och en kontrollerande, "the control repertoire".

Med stöd i tidigare forskning (Hirschfeld & Gelman, 1994) beskriver forskarna "the commonsense repertoire" som att människor använder sig av ett sunt förnuft när de tolkar och klassificerar erfarenheter. Exempelvis argumenterade eleverna i miljöfrågor med grund i såväl vardagsobservationer som vad de sett på TV eller från begrepp som de kände till från lektioner i naturvetenskap. Erfarenheter från samtliga dessa situationer uttrycktes av eleverna som fakta utan hänsyn till deras grund i vetenskapliga kunskaper.

När eleverna byggde sina argument i miljöfrågor på ett förmedlande perspektiv, byggde deras uttalande på att ingenting händer utan mänskliga aktörer som har såväl makt som skyldighet att agera. I elevernas argument kunde forskarna urskilja en pragmatisk hållning som tycktes komma ur en spänning mellan en verklighet och ett idealläge. I den ideala världen kunde handlingar äga rum till stöd för miljön, medan ett annat, för miljön mindre funktionellt agerande, rådde i den verkliga världen, som är full av oförutsedda händelser. Elevernas ståndpunkter hamnade ofta i en antingen – eller argumentation, dvs. de använde realistiska argument som motsättningar till ideala lösningar.

Utmärkande för elevers synsätt inom den kategori som Zeyer och Roth be-tecknar "the control repertoire" var att eleverna uttryckte en skiljelinje mellan de sätt på vilka de själva kunde agera i vardagen och andras handlingar. Med 'de andra' avsåg eleverna grupper av människor eller samhället i stort. Den enskilde kunde helt enkelt inte handla på det sätt hon önskade i miljöfrågor, eftersom gruppen som sådan har ett maktövertag.

Av resultatet i sin helhet att döma tycktes eleverna mentalt ha fastnat i vad forskarna uttrycker som ett ramverk av fakta. Denna innefattade kunskaper som i hög grad byggde på människors sunda förnuft och till synes vardaglig slutledningsförmåga. I en sådan föreställning betraktas den fysiska omgivningen som verklig, oföränderlig och odiskutabel. Zeyer och Roth hävdar att detta

¹⁰ Zeyer och Roth (2009) anger att begreppet 'environment' används generellt om ekologiska frågor.

diskursiva synsätt även kommer att påverka människors handlingar och beslut i ekologiska frågor. Den egna medverkan och det egna handlingsutrymmet kan betraktas som ytterst begränsade, eftersom miljöfrågor endast anses kunna hanteras av andra i en faktaorienterad fysisk värld.

Interaktion med inriktning mot utveckling och lärande av både begrepp- och processkunskap

I en sociokulturell tradition är elevens lärande om naturen en diskursiv process (Mercer et al., 2004). Förståelse av kulturella kommunikativa redskap i form av naturvetenskapliga begrepp medieras genom deltagande i social interaktion och praktisk undersökning i skolans naturvetenskapliga undervisning. Synsättet betonar lärarens roll att stödja eleverna i utvecklandet av nya sätt att beskriva och föreställa sig erfarenheter i omvärlden (Rogoff, 1990; Mercer, 1995). Detta är utgångspunkten för tre studier som fokuserar interaktionen mellan lärare och elever i avsikt att utveckla både begrepps- och processkunskap (Goulart & Roth, 2010; Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001).

Goulart och Roth (2010) hade med grund i tidigare studier (se Goulart & Roth, 2006, Roth et al., 1999) utvecklat grundprinciperna för ett undervisningskoncept. Grundtanken var att pröva och beskriva hur barn och lärare i en kollektiv praxis kunde utveckla innehåll i naturvetenskap som alternativ till att innehållet var förbestämt och kontrollerades av läraren. Den aktuella studien är en beskrivning av naturvetenskapligt relaterade aktiviteter med fyraåriga barn i Brasilien. Följande redogörelse är ett exempel på interaktion mellan barnen och läraren med syfte att planera studier om naturen:

Barnen sitter på golvet och får först berätta om vad de vill veta mera om. Läraren skriver ned barnens förslag på kort, men använder ord som anger de ämnen som barnen gett uttryckt för, exempelvis vatten, planeten, månen, snö, hur man gör is, osv. Korten placeras sedan på ett större plakat och läraren frågar: ”How can we put it?” (Goulart & Roth, 2010, s. 549). Barnen föreslår placering och diskuterar hur de olika ämnena kan relateras till varandra. I detta skede fungerar läraren som en förhandlare mellan korten och barnen. Det innebär att hon, under det att hon högt läser ordet på kortet, anger att kortet representerar ett innehåll och dessutom ger signaler om att innehållet behöver struktureras i kategorier. Principen är att olika innehåll som hör ihop behöver placeras intill varandra på plakatet. Med grund i det som barnen och läraren tidigare har diskuterat, föreslår hon att den första kategorin kan betecknas med kortet ”the water” och en annan med ”the land”. När läraren läser ordet ”octopus” på ett kort, säger ett av barnen: ”put in the octopus” (pekar på kategorin vatten på

plakatet) och läraren svarar att bläckfiskar lever i vatten. Läraren föreslår då att de kan lägga kort som representerar innehåll, som har med vatten att göra, på ena sidan av plakatet med beteckningen "the water" och innehåll som hör ihop med "the land" på andra sidan. Därmed för läraren in en symbol av innehållet som kortet representerar, samtidigt som kortet sätts upp på tavlan.

I samspelet befann sig läraren i, vad Goulart och Roth kallar, en "aktivt passiv position". Läraren och barnen utvecklade tillsammans ett sätt att kategorisera barnens idéer. I analysen visade sig ett interaktionsmönster som innebar att läraren efter att ha accepterat vad ett barn sade, alltid bad barnet om förtydligande samt om fler synpunkter från andra barn. Forskarna beskrev denna process som 'participative thinking', dvs. att alla som deltog i verksamheten också delade normen av att bli lyssnad på och bli förstådd.

Resultatet visar att barnen fick möjlighet att lära sig att värdera sina egna förslag i en gemensam agenda där de tilläts att arbeta med tillgängliga resurser. Därtill utvecklade barnen sin medverkan lika mycket genom att tala som att lyssna. Ibland tog de själva ansvar för aktiviteten och läraren var mer passiv. Stundtals drevs barnen vidare i processen genom att läraren intog en aktiv roll. De argumenterade med stöd i sina idéer och skapade argument för sina beslut, även när de inte hade några förslag. Vid ett tillfälle uttryckte sig ett av barnen på följande sätt: "put it (the card with the word cloud) in the middle, because we don't know where to put it" (s. 559).

Enligt Goulart och Roth (2010) visar interaktionsprocessen att barnen lärde sig och utvecklade förståelse för naturen från första början i förskolan. Samtidigt lärde de sig genom själva processen att använda sina erfarenheter, bli lyssnade på, bli respekterade och att ta ansvar för vad de gjorde. För läraren handlade det om att aktivera barnens roller som medverkande och som engagerad lyssnare och iakttagare för att omdisponera de resurser som de fann användbara i skolan.

Interaktion och kommunikation mellan lärare och yngre elever med fokus på lärande av såväl begrepp- som processkunskap har även analyserats av van Zee et al. (2001). I en fallstudie, inom ramen för en etnografisk tradition, studerades samtal, så kallade guidade diskussioner, om observationer av månen. Med guidad diskussion avser forskarna ett samtal där läraren utvecklar kunskap om ett ämne tillsammans med eleven genom att ge kommentarer och ställa frågor. Data samlades in genom bland annat video- och bandinspelningar av samtal mellan en lärare och elever i små grupper. De observerade samtalen ägde rum såväl under som efter en flera månader lång period under vilken elever och lärare var engagerade med att iaktta månen från de olika platser de befann sig. Under samtalen ställde läraren bland annat frågor om skillnader mellan elevernas

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

observationer vid olika tillfällen och på olika platser. Med hjälp av jordgloben ombads eleverna fundera över hur månen kunde tänkas se ut på olika platser på jorden. Under undervisningsperiodens gång intresserade sig eleverna alltmer för månen och dess faser. Eleverna ställde olika slags frågor som: "Does the moon talk?"; "I would like to know about if there's such a thing as a man on the moon?" (s. 166). Flera elever gav även vägledande förklaringar till de övriga som "To see the moon, I should look in the evening" (s. 168). Av eget intresse hade en elev iakttagit månen under ett besök med sin familj i Australien och flera andra, med erfarenhet från olika länder, beskrev sina upplevelser av månen från sina olika ställen på jorden. Många elever hade även, utan uppmaning av läraren, gjort jämförelser mellan de egna observationerna och klasskamraters observationer från andra platser. Vid ett samtal som riktades mot månens faser utspelade sig följande samtal mellan läraren och en elev:

T: ... now we know we can go out at 9 o'clock and midnight [*to see a full moon*] and any other times?

S3: Does the moon change... going from 3 o'clock to midnight, does it change?

T: If it's a full moon, does it change?

S3: Yeah. No, if it's a crescent.

T: If it is a crescent, does it change? What do you think from what you know about the moon?

S3: I don't think it does. (van Zee et al., 2001, s. 170)

Samtalet handlar inledningsvis om fullmånen ändrar form beroende på tidpunkt under dygnet. Eleven uttrycker att fullmånen ändrar form men inte halvmånen. Genom lärarens fråga stärker han sitt påstående med grund i sina egna upplevelser.

Resultatet visar, enligt van Zee et al., att läraren genom kommunikationsprocessen stöder elevernas lärande om månens faser. Meningsskapande samtal om naturen kom framför allt till stånd när läraren guidade eleverna att använda sina egna erfarenheter. Det visade sig att eleverna alltmer själva använde de mentala redskap de utvecklat tillsammans med läraren. Det gällde framförallt när eleverna ombads att utifrån sina egna iakttagelser, göra jämförelser och reflektera över de egna observationerna över en längre tidsperiod.

Mercer et al. (2004) utvecklade ett experimentellt undervisningsprogram med avsikt att pröva didaktiska implikationer av sociokulturella forskares (bl.a. Lemke, 1990) syn att elevers naturvetenskapliga studier kan förstås som en diskursiv process. Syftet med programmet var att utveckla elevers användning av språk som redskap för att diskutera och argumentera tillsammans med andra. Vidare skulle eleverna få möjlighet att använda dessa färdigheter i olika

naturvetenskapliga aktiviteter och miljöer. Programmet innefattade 12 lektioner för elever 9-10 år gamla om främst ljud och ljus, innehållsligt relaterat till mål i läroplanen. Det talade språket relaterades till två kontexter i skolans naturvetenskapliga undervisning. Den första gällde lärarledd interaktion med eleverna och den andra samverkan i elevgrupper. Forskningsstudiens fokus riktades dels mot det naturvetenskapliga innehållet, dvs. lärarens stöd för att hjälpa eleverna att skaffa sig relevant kunskap om naturvetenskapliga fenomen, dels mot hur de skulle använda språket för att resonera, argumentera och förhandla om uppfattningar och att komma fram till gemensamma beslut.

För dessa syften och fokus utvecklades ett antal kriterier för vad forskarna benämnde ”Exploratory talk” (s. 362). De handlade om:

- All relevant information is shared
- All members of the group are invited to contribute to the discussion
- Opinions and ideas are respected and considered
- Everyone is asked to make their reasons clear
- Challenges and alternatives are made explicit and are negotiated
- The group seeks to reach agreement before taking decisions or acting

(Mercer et al., 2004, s. 362)

Data samlades in genom band- och videoinspelningar av lektioner under sammanlagt 23 veckors tid samt före och efter programmets genomförande. Sammanlagt deltog 109 elever i hela programmet. Därtill fanns en kontrollgrupp om 121 elever som genomförde undervisning mot samma mål under motsvarande tidsperiod. De lärare som deltog i studien använde inte kriterierna för ”Exploratory talk” i undervisningen och hade inte speciellt utbildats som programmets lärare.

Under analyserna användes kriterierna endast som ideala exempel. Istället låg analytiskt fokus på kvalitativa förändringar i elevers sätt att använda samtal under tiden de var engagerade i naturvetenskapliga undersökningar. Kvantitativa analyser gjordes även av samtliga elevers sätt att samtala före och efter undervisningsperioden. Det gällde elevernas användning av ord som ’because’, ’if’, ’I think’, ’would’ och ’could’ för att förlänga eller utveckla sina argument.

Ur de representativa delar av samtal som Mercer et al. har valt att presentera för att illustrera resultatet av analyserna följer här två korta utdrag. Eleverna i det första exemplet tillhörde kontrollgruppen och hade således inte deltagit i programmet. De samtalande under tiden de undersökte olika materials beskaffenhet för ljudisolering med hjälp av ett datorprogram:

Hannah: (*reads from the screen*) Keep it quiet. Which material is the best insulation? Click ‘measure’ to take a sound reading. Does the pitch make a difference?

3. VYGOTSKY OCH LÄRANDE I ETT SOCIOKULTURELLT PERSPEKTIV

Darryl: Metal?

Hannah: Right try it.

Deborah: Try what? That?

Hannah: Try 'glass'.

Darryl: Yeah.

Deborah: No one

Hannah: Now

(Mercer et al., 2004, s. 368)

Eleverna, i det andra exemplet, hade deltagit i programmet under två terminer. De samtalade under tiden de undersökte olika materials beskaffenhet för att utestänga ljus med hjälp av ett datorprogram:

Ross: Ok. (*reads from the screen*) Talk together about a plan to test all the different types of paper.

Alana: Dijek, how much did you think it would be for tissue paper?

Dijek: At least ten because tissue paper is thin. Tissue paper can wear out and you can see through, other people in the way, and light can shine in it.

Alana: Ok, Thanks.

Alana: (*to Ross*) Why do you think it?

Ross: Because I tested it before!

Alana: No, Ross, what did you think? How much tissue paper did you think it would be to block out the light?

Ross: At first I thought it would be five, but second-

(Mercer et al., 2004, s. 369)

Enligt forskarna gav det första exemplet en indikation på att eleverna inte samarbetade annat än på ett ytligt plan. De delade inte kunskap, byggde inte på varandras förslag, angav inte skäl för sina idéer och försökte inte nå enighet med andra. Elevernas diskussion i det andra exemplet innehöll flera kriterier för 'Exploratory talk' som: "Challenges and alternatives are made explicit and are negotiated" och "The group seeks to reach agreement before taking decisions or acting." De hade uppenbarligen lärt sig att bemästra "samtalsreglerna" och Mercer et al. fann att strategierna användes på ett passande och målmedvetet sätt.

Av det samlade resultatet att döma anser sig forskarna ha bemött och stärkt sina tidigare slutsatser, baserade på ett sociokulturellt synsätt, att kommunikation och social interaktion påverkar utvecklandet av den enskilda individens tänkande.

Sammanfattning

Samtliga beskrivna studier handlar om kommunikativa processer om fenomen i naturen i olika undervisningskontexter. Denna sammanfattning av forskningslitteraturen presenterar några övergripande teman som kan relateras till avhandlingens forskningsfrågor. Det handlar om strategier för stöttning (scaffolding) med fokus på innehåll och kulturella redskap, vardagliga kontra vetenskaplig begrepp i kommunikation och elevers meningsskapande.

Scaffoldingstrategier med fokus på innehåll

I skolans undervisning förekommer olika kommunikativa mönster som medierar kunskap och lärande med fokus på undervisningsinnehåll. Det är vanligt förekommande att samtalen är övervägande lärarstyrda (Akerson et al., 2000; Lim & Barton, 2006; Thulin & Pramling, 2009). Den dominerande strategin är att läraren själv förklarar innehållet med hjälp av stödjande resurser som är tillgängliga i kontexten (Marquez et al., 2006).

I experimenterande, undersökande och virtuella kontexter, då lärarna har vetenskap om vad som är viktigt att notera, intar de ofta en mer bevakande och kontrollerande hållning (Lidar et al., 2006; Squire & Klopfer, 2007; Säljö & Bergqvist, 1997). Eleverna får exempelvis ansvar över att observera, samla in data och genom samtal och argumentation dra slutsatser eller föreslå lösningar utan att de har kännedom om innehållet.

Ytterligare en strategi visar sig innebära att lärarens ledning minskar i takt med att eleverna får allt större ansvar (Robins, 2005). Läraren upphör att ställa frågor om innehåll relaterat till vetenskapliga begrepp när eleven börjar berätta om egna erfarenheter som associerar till motsvarande innehåll genom vardagliga begrepp.

Resultatet från studier där de former av kommunikativ stöttning, som beskrivits ovan förekommer (Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009), visar att eleverna använder olika kommunikativa strategier om läraren är närvarande eller inte.

Scaffoldingstrategier med fokus på kulturella redskap

I ett antal forskningsstudier finns exempel på kommunikativ stöttning vari lärare tillsammans med elever utvecklar kunskap om naturen. Förståelse för att kunna samtala om, beskriva och föreställa sig naturen på olika sätt medieras genom deltagandet i den sociala praktiken. Det handlar exempelvis om lärare som i samspel med elever diskuterar, strukturerar, kategoriserar och argumenterar såväl

naturvetenskapliga begrepp som vardagliga erfarenheter och upplevelser (Goularth & Roth, 2010; Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001).

Resultaten från studierna visar att trots att läraren inte är närvarande, använder eleverna mestadels liknande kommunikativa strategier som när de deltar i den sociala praktiken tillsammans med läraren (Goularth & Roth, 2010; Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001). Det tyder på att eleverna genom den kommunikativa stöttningen i interaktionsprocessen utvecklar användbara kulturella redskap samtidigt som de utvecklar kunskap om naturen.

Vardagliga kontra vetenskapliga begrepp som innehåll i kommunikationen

Utöver resultat som visar att vardagliga begrepp utgör grunden i kommunikationsprocessen (Goularth & Roth, 2010; Robbins, 2005; Thulin, 2006; van Zee et al., 2001), är det vanligast att båda formerna av begrepp förekommer i en undervisningssituation. Lärare ställer frågor om vardagshändelser, men elevernas svar integreras inte i kommunikationen som främst handlar om vetenskapliga begrepp (Akerson et al., 2000; Lim & Barton, 2006). Ett exempel visar att läraren har svårigheter att förstå elevernas svar i relation till en vetenskaplig kunskap (Akerson et al., 2000).

I framför allt undersökande eller virtuella kontexter får eleverna ansvar för att själva hantera relationen mellan vardagliga och vetenskapliga begrepp (Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Lim & Barton, 2006; Robbins, 2005; Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009).

I de studier som visar att den kommunikativa stöttningen inriktas mot kulturella redskap struktureras och kategoriseras de vardagliga begrepp som eleverna uttrycker (Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001; Goularth & Roth, 2010).

Elevers meningsskapande processer

Meningsskapande processer kan relateras såväl till kommunikationen mellan de samverkande individerna som till de betingelser som gäller i situationen. Ett framträdande sätt att skapa mening visar sig vara att eleverna i hög grad följer läraren eller slutför uppgiften på det sätt de blivit instruerade (Akerson, et al., 2000; Alexandersson et al., 2000, 2001; Lidar et al., 2006; Squire & Klopfer, 2007; Säljö & Bergqvist, 1997).

Ett annat sätt är att eleverna samspelar med varandra genom att explicit uppmärksamma estetiska aspekter i kontexten medan innehållsliga dimensioner i

stort sett inte nämns (Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Lim & Barton, 2006; Robbins, 2005; Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009).

I kontexter som inbegriper såväl vardagliga som vetenskapliga begrepp skapar eleverna i hög grad mening genom att aktualisera tidigare erfarenheter av vardagliga fenomen (Robbins, 2005) liksom etiska och emotionella värden (Lim & Barton, 2006; Squire & Klopfer, 2007).

Avhandlingens problem i förhållande till tidigare forskning

Idag möter yngre elever naturvetenskapligt innehåll redan i förskolan och de tidiga åren i skolan. Vägledning och stöd erhålls av lärare i undervisnings situationer inom ramen för exempelvis temaarbeten, undersökande och experimenterande verksamhet, besök på vetenskapscentrum och i virtuella miljöer. Avhandlingens problem handlar om hur eleven i samtal med lärare (och i något fall med guide vid vetenskapscentra) lär sig betrakta och förstå fenomen i naturen representerade av modeller i olika kontexter. En central fråga är därmed hur kommunikation gestaltar sig i undervisning om naturen med yngre elever.

Studiens forskningsfrågor handlar om vad som sker i den språkliga interaktionen mellan barn och lärare (och guide vid vetenskapscentra) med avseende på:

- Vilka kommunikativa strategier eller samtalsmönster kan urskiljas?
- Hur medieras kunskap om naturen i dessa samtal?
- Vad kännetecknar elevens meningsskapande i dessa aktiviteter?

Den tidigare forskning som presenterats i avhandlingen har genomförts inom två olika teoretiska traditioner. Det handlar dels om studier av elevers begreppslärande i ett konstruktivistiskt perspektiv, som varit dominerande inom forskningsfältet, dels om sociokulturella studier med fokus på interaktion och kommunikation. Samtliga studier har valts med tanke på dess relevans för avhandlingens forskningsfrågor och empiriska innehåll.

Begreppsforskningen undersöker vilken förståelse eleverna har av begrepp vid en viss tidpunkt, oftast i samband med undervisning. Datainsamlingen har främst genomförts med hjälp av intervjuer i anknytning till undervisning. Eftersom detta inte är i fokus i mitt avhandlingsarbete, har jag valt att lyfta fram aspekter som berör interaktion och kommunikation av betydelse för elevens förståelse av begrepp på de sätt forskarna uppmärksammar dessa i studierna.

Ett övergripande resultat visar att skolkulturen blir tydlig och inramar kommunikationen (Bar, 1989; Shepardson & Britsch, 2001; Tytler & Peterson, 2004). Det handlar främst om att undervisningens arbetssätt präglar elevernas sätt att uttrycka sig och att innehållet är specifikt av skolämneskaraktär.

Innehållet i undervisningen utgörs av begrepp som visar sig representera olika diskursiva karaktärer. Oftast handlar studierna om att eleverna med utgångspunkt från en vardagssituation skall uttrycka sin förståelse med hjälp av en naturvetenskaplig förklaring (Bar, 1989; Tytler & Peterson, 2004).

Elever har svårigheter att förstå representationer av naturvetenskapliga fenomen i andra kontexter i förhållande till de teoretiska förklaringsmodeller de mött i skolans undervisningskontext (Botelho & Morais, 2006). Förståelsen visar sig öka när eleverna konkret kan relatera fenomen i en vardagsdiskurs till begrepp i skoldiskursen (Ben-Zvi & Orion, 2005; Tytler & Peterson, 2004).

Ytterligare resultat av betydelse handlar om att forskarna tolkar språkets roll för elevens begreppsförståelse på olika sätt. Det handlar om att fokus sätts ensidigt på språkets form eller innehåll (Tytler & Peterson, 2004) eller att språket betraktas som ett redskap mellan tanke och språk i utvecklandet av begreppsförståelse (Tytler & Prain, 2007). Därtill uttrycks lärarens viktiga roll i undervisningen i flera studier (Ben-Zvi & Orion, 2005; Tytler & Peterson, 2004; Tytler & Prain, 2007).

Forskning i en konstruktivistisk tradition har tillfört kännedom om viktiga faktorer som påverkar elevens begreppsförståelse men har inte studerat kommunikativa processer på ett sätt som ger svar på mina forskningsfrågor. Därför behövs ett annat perspektiv. En sociokulturell tradition tillför kunskap om lärande genom kommunikation i institutionella och andra kontexter. Det övergripande resultatet visar att flera olika kommunikativa strategier används och att naturen gestaltas på generellt olika sätt i institutionella kontexter. Vanligt förekommande är att samtalen mellan lärare och elev handlar om ett i förväg planerat innehåll där fenomen i naturen representeras av generella begrepp med grund i vetenskapliga förklaringar. Det är vanligt att lärare under undervisningens gång efterfrågar elevernas erfarenheter av konkreta fenomen i omgivningen, vilket i sig inte nämnvärt påverkar samtalsinnehåll (se exempelvis Akerson et al., 2000; Lim & Barton, 2006). Stödjande resurser av olika slag är vanligt förekommande i experimentella, undersökande och virtuella undervisningskontexter. Samtal, argumentation och problemlösning vilar då i hög grad på eleverna, medan läraren ofta intar en mer passiv men kontrollerande hållning (se exempelvis Lidar et al., 2006; Lundqvist & Östman, 2006; Squire & Klopfer, 2007; Säljö & Bergqvist, 1997).

Bland resultaten från forskning inom en sociokulturell tradition finns även lärarstrategier som på olika sätt hanterar elevernas erfarenheter i relation till ett planerat innehåll. Genom studierna (Goularth & Roth, 2010; Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001) får vi kännedom om hur lärare i sin kommunikativa stött-

ning integrerar kulturella redskap och elevernas vardagliga begrepp om och erfarenheter av naturen. I dessa kontexter visar sig eleverna i högre grad använda liknande samtalsstrukturer när de är ensamma som de använder tillsammans med läraren. I kontexter där stöttningen riktas mot innehållet i sig använder eleverna olika kommunikativa strategier när läraren är närvarande och när de är ensamma (se exempelvis Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009).

Flertalet presenterade studier inom den sociokulturella traditionen (Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Lim & Barton, 2006; Robbins, 2005; Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009) visar att individuella erfarenheter av olika slag i hög grad medverkar i elevers meningsskapande. Det handlar om tidigare konkreta erfarenheter, etiska och emotionella dimensioner och estetiska aspekter som aktualiseras i nya situationer. Därtill visar sig vardaglivets kulturella redskap som slutledningsförmåga och sunt förnuft användas för att skapa mening i komplexa situationer av övergripande natur (Zeyer & Roth, 2009).

Avhandlingen handlar om yngre elevers lärande om naturen i institutionella kontexter. Specifikt för dessa lärandesituationer är att barnen introduceras i andra sätt att se på naturen än de vanligtvis möter i vardagen. Genom tidigare forskning (exempelvis Akerson et al., 2000; Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Goulart & Roth, 2010; Lidar et al., 2006; Lim & Barton, 2006; Marquez et al., 2006; Mercer et al., 2004; Robbins, 2005; Säljö & Bergqvist, 1997; Thulin & Pramling, 2009; van Zee et al., 2001) som genomförts i ett sociokulturellt perspektiv, har vi fått ökad insikt om betydelsefulla processer som rör avhandlingens problem, dvs. hur yngre elever i skolans verksamhet lär och utvecklar kunskap om fenomen i naturen. Med denna vetenskapliga grund vill jag gå vidare och undersöka hur eleven genom språklig mediering blir delaktig i skolkulturens sätt att betrakta, förstå och tala om naturen.

4. Empiriska studier

Avhandlingen fokuserar kommunikationsprocesser i undervisning där lärare och elever samtalar om modeller av fenomen i naturen i olika sammanhang och utifrån olika perspektiv. Ur ett sociokulturellt perspektiv är det i den kommunikativa praktiken, där eleven interagerar med andra och med artefakter, som kunnande framträder och utvecklas (Jakobsson et al., 2009; Rogoff, 1990). Inom ramen för detta teoretiska perspektiv genomförs tre empiriska studier.

Kapitlet består av två delar. I den första delen, metod, redogörs för hur det empiriska materialet som utgör underlaget för de tre studierna har analyserats och för metodologiska och teoretiska ställningstagande i forskningsprocessen. I den andra delen sammanfattas de tre studierna och deras resultat.

Metod

Delstudierna är fristående och genomförda i olika institutionella kontexter, som representerar olika nivåer i förskolans och skolans undervisning i naturvetenskap med yngre elever. Därtill har olika datainsamlingsmetoder använts. Samtidigt förenas studierna genom att de tematiserar hur modeller av fenomen i naturen utgör viktiga delar av den kommunikation som äger rum. Samtliga inslag i de studerade aktiviteterna, fotografier, en storskalig utställning och datorsimulering, representerar olika förklaringsmodeller, eller vetenskapliga begrepp, som på olika sätt inbegriper vatten. Därtill utgör de artefakter i den situerade praktiken. Transkriptioner av insamlade data från videoinspelningar och bandinspelningar har utgjort grund för analys. I avsikt att identifiera och tolka interaktionen mellan deltagarna och artefakterna har olika analysredskap valts.

Kommunikationen genomförs i en skoldiskurs, vilket innebär att den inramas av specifika kulturella normer och regler; ”classroom talk has special properties that distinguish it from talk in other settings” (Edwards & Mercer, 1987, s. 45). Eftersom mitt forskningsintresse handlar om mediering och elevers meningsskapande om naturen, gäller det att identifiera hur ett fenomen eller företeelse förstås eller beskrivs i kommunikationen för att urskilja medierande mönster. Goffman (1981) har i sin teori om ’framing’ visat att kommunikationen inte kan skiljas från kontexten. Det innebär att jag måste beakta att eleverna i den kommunikativa interaktionen vägleds in i en specifik social praktik (Rogoff, 1995; Säljö, 2005). Fokus ligger därmed på att analysera och försöka förstå hur

vissa modeller, och vad de uttrycker, medieras i kommunikation mellan barn-barn/lärare/guide på vetenskapscentrum.

Meningsskapande äger inte rum i isolering, utan sker enligt Wells (1966) i interaktion ”in the course of an exchange of meanings between participants in order to perform some function(s) in a specific situation” (s. 77). Det handlar således om att analytiskt följa varje yttrande i interaktionen för att finna relationer mellan språkliga uttryck och de företeelser i naturen som modellerna refererar till.

I en studie (se artikel 2) utgjordes datamaterialet av inspelade individuella möten mellan en lärare och en elev i taget som samtalade med varandra i en skolkontext. Enligt Rogoff (1995) kan forskaren som avser att göra en mer övergripande analys av en aktivitet fokusera på samspelet mellan lärare och enskilda elever, om kommunikationen kan betraktas som ”guided participation” och ”participatory appropriation”. I en sådan situation antas relationen mellan parterna i samtalet inte vara jämbördig. Goffman (1981) konstaterar att kommunikation i så kallade ansikte-mot-ansikte situationer kan innehålla speciella rituella moment. I analysen måste därför kommunikativa mönster som har social och kulturell betydelse identifieras. Enligt Edwards och Mercer (1987) är en karaktäristisk samtalsstruktur i klassrummet av IRE-karaktär (inquiry, response, and evaluation) (se också Mehan, 1979). För att analysera kommunikationen i sin helhet i relation till forskningsfrågorna valdes därför även analysredskap med utgångspunkt i Wells (1996) och hans teori om att det finns en analytisk hierarki av mål i lärares samtal med elever i undervisningskontexten. Dessa mål benämns som av högre värde när de har samband med läroplansmål och som av lägre värde när de uttrycks av läraren i den specifika samtalssituationen. Målen förekommer såväl explicita som implicita och kan endast identifieras i efterhand.

Forskningsprocessen

Att studera kommunikation mellan människor i skolkontexter leder till frågan om forskarens roll i de interaktioner som studeras. Kan forskaren stå utanför sin egen tolkande och analyserande process när man studerar sociala handlingar? Shotter (1993) tydliggör att vi utifrån vår sociala identitet i relation till andra fastställer våra motiv och känslor för vad som är begripligt och adekvat. I samband med forskning om undervisning som en kommunikativ process uppkommer frågan om hur forskarens egen erfarenhet påverkar tolkning och analys (Barnes, 1982).

Edwards och Mercer (1987) hävdar att för den forskande pedagogen, eller pedagogen som forskare, är det egna primära intresset avgörande. Intentioner och syften i forskning om interaktion och kommunikation i klassrummet måste vara transparenta såväl i forskningsfrågor som genom hela forskningsprocessen. Med förankring i samhällets allmänna normer och värderingar ställs krav på forskaren att hon/han i sin roll gör sitt bästa för att genomföra forskning av hög kvalitet (Vetenskapsrådet, 2011). Innebörden i krav på god vetenskaplig kvalitet kan tolkas och tillämpas på olika sätt inom olika forskningsområden.

Lincoln och Guba (1985) argumenterar för att begreppen validitet och reliabilitet som traditionellt diskuteras i samband med fastställande av tillförlitlighet också är centrala för kvalitet i kvalitativ forskning. De anser dock är kriterierna behöver omarbetas för att gälla för kvalitativa forskare och föreslår fyra omarbetade kriterier för naturalistiska studier (Lincoln & Guba, 1985, s. 290). De gäller för det första trovärdighet (credibility), som ersätter 'truth value' eller 'internal validity', och innebär att forskare försöker skapa förtroende i förhållande till sina resultat genom att använda metoder som observationer och trianguleringar. Det andra kriteriet gäller möjlighet till överföring (transferability) som ersätter 'external validity' och innebär att läsarna av forskningen skall få tillräcklig information för att bedöma tillämpningen av resultaten i andra situationer. Det tredje kriteriet handlar om tillförlitlighet (dependability) och ersätter 'reliability'. Det innebär att forskare skall styrka sin studie genom en verifieringskedja, som redovisar dokumentationen av data, metoder och beslut tagna under processen. Det fjärde och sista kriteriet handlar om överensstämmelse eller anpassning (confirmability) och ersätter 'objectivity'. Det innebär att forskaren självkritiskt kan reflektera över den metod som används i forskningen. För att tackla problemet att kriterierna kunde tolkas utifrån motsäggande teoretiska perspektiv omarbetades dessa av författarna och ett femte kriterium, autenticitet (authenticity) fördes in (Guba & Lincoln, 1994). Seale (1999) tolkar detta kriterium på följande sätt: "Authenticity...is demonstrated if researchers can show that they have represented a range of different realities ('fairness')" (s. 468).

Forskaren skall följa god forskningssed (Vetenskapsrådet, 2011), vilket innebär att forskningen bygger på kännedom om lagars och kodexars innehåll men även på det egna moraliska omdömet, etiska normer och värderingar.

Etiska överväganden

Avhandlingens etiska aspekter och överväganden har hanterats enligt gällande forskningsetiska principer (Vetenskapsrådet, 2012). Det handlade först om in-

formation och samtycke gentemot informanterna innan forskningens genomförande. Den inledande kontakten togs med skolledare inom kommuner som tidigare deltagit i kompetensutbildning anordnad av högskolan. Därefter gavs information och förfrågan till lärarpersonal i förskolan och grundskolans tidigare år om intresse fanns att delta i inspelningar av pågående undervisnings-situationer med specifikt naturvetenskapligt innehåll. Några lärare var intresserade av att delta och under ett antal möten diskuterades bland annat deltagarnas frivillighet och anonymitet, forskningens syfte i relation till innehåll i pågående undervisning, design av inspelningar och tidsmarginaler. Detaljerade överenskommelser om inspelningarnas genomförande träffades och frivillighet betonades åter.

Därefter gällde det etiska överväganden i samband med de forskningsmetoder som användes vid inspelning av situationer då forskaren befann sig i informanternas miljö. Under insamlingen av data till två studier (1 och 3) genomfördes öppna observationer. För att kunna upprätthålla anonymisering av informanter användes bandinspelningar och fältanteckningar i samband med besöket på vetenskapscentrum (studie 1). Av motsvarande skäl riktades filmkamerorna som användes för inspelning i simuleringsaktiviteten (studie 3) enbart mot dataskärmen. Inspelningarna av de individuella samtalen mellan lärare och elev (studie 2) valde lärarna att själva genomföra. Efteråt sände de banden till forskaren. Ett antal lärare valde att avsluta sin delaktighet i studien genom att inte överlämna inspelningarna av sina samtal.

De etiska överväganden som gjorts handlade slutligen om förvaring av material efter genomförandet. All källdata som samlades in i samband med studierna är konfidentiella. Materialet har endast används för att analyseras på de sätt som angivits och har arkiverats enligt gällande lagar och förordningar.

5. Sammanfattning av studierna

Det huvudsakliga intresset i de tre empiriska studierna är att undersöka hur eleven i samtal med lärare (och i något fall med guide vid vetenskapscentra) lär sig betrakta och förstå fenomen i naturen, representerade av modeller som används i olika kontexter. I det följande presenteras en sammanfattning av de olika studierna och de resultat som framkommit.

Delstudie I

'From the mountain and then?' Five-years-olds visiting the 'Way of the water' exhibition at Science Centre. Den första studien har fokus på hur lärare och femåriga elever samtalar om vatten i anknytning till en storskalig modell av vattnets väg på ett vetenskapscentrum och under en efterföljande samling på förskolan.

Redan i förskolan förväntas barn utveckla en förståelse för sin egen delaktighet i processer i naturen och för enkla naturvetenskapliga fenomen (Skolverket, 2006). Med bakgrund av denna intention studerades tio stycken femåringar och deras lärare, dels när de besökte utställningen 'Vattnets väg' (en storskalig modell av hur vattnet rinner från de svenska fjällen till havet) vid ett vetenskapscentrum, dels vid en uppföljande samling i förskolan. Besöket ingick i ett temaarbete om vatten där barnen bland annat följt en bäck i skogen. Forskningsfrågorna i undersökningen riktades mot: vilket innehåll för lärande som fokuserades; vilka kommunikativa strategier som användes av de vuxna; samt hur olika kontexter utgjorde sociala inramningar för interaktionen mellan de vuxna och barnen. Den andra delfrågan avser då även guiden vid vetenskapscentret i fråga.

Data utgjordes, förutom av fältanteckningar, av transkriberingar av ljudinspelningar från vad som hände när barnen följde 'Vattnets väg' i modellen och under uppföljningssamtalet på förskolan. Vid analyserna framkom att de vuxna endast i mycket liten utsträckning samtalade med barnen om samband i den avbildade miljön. Inte heller förklarade de modellen som sådan eller visade hur vattnet rann mellan olika delar i utställningen. Istället fokuserade de på enstaka företeelser. Tre olika strategier kunde iakttas, nämligen att (a) tillhandahålla fakta om växter, djur eller fenomen i modellen samt svara på frågor; (b) rikta uppmärksamhet mot någon speciell detalj genom att ställa frågor; och (c) fråga efter barnens förklaringar. Det är anmärkningsvärt att det enbart var guiden som

under besöket på vetenskapscentrum berättade för barnen och besvarade deras frågor (strategi a). Genom upprepade frågor tycktes läraren vara angelägen att få barnen att själva upptäcka vad hon ansåg att de skulle uppmärksamma eller komma fram till. Det gällde såväl företeelser i utställningen som de fotografier som läraren visade under samlingen. Läraren och barnen var uppenbarligen inte samordnade. Det finns exempel från vandringen längs 'Vattnets väg' på att även när barnen uppenbarligen inte lyckades förstå vad hon syftade på, fortsatte hon med strategi c. Följden av detta var att barnen till sist svarade enstavigt eller tystnade helt, från att strax dessförinnan gett uttryck för nyfikenhet och spontanitet. Vid den uppföljande samlingen, där fotografierna från 'vattnets väg' visades, tillämpades samma tillvägagångssätt av läraren. Inledningsvis var samtalet tillåtande och barnen berättade om sina egen upplevelse på utställningen. Därefter ställde läraren frågor om specifika detaljer som kunde skönjas på bilderna. Ett talande exempel är när ett barn slutligen efter upprepade frågor om vart vattnet rann, svarade att det rann "till ankan". Vad han syftade på var en skäggdopping som befunnit sig i den bassäng som i modellen symboliserade havet. Vad läraren förefaller ha varit ute efter var att det rann till havet eller något annat relaterat till modellen.

Resultaten visar att guiden interagerade med eleverna på ett annat sätt än läraren gjorde. Guiden intog en narrativ roll och berättade om händelser i de avbildade samebarnens liv för barnen, som å sin sida aktivt ställde frågor om vad de såg och hörde i utställningen. Läraren å sin sida använde två skilda strategier. Under besöket på vetenskapscentret pekade hon ut saker som barnen skulle observera och fundera ut förklaringar till. Under samlingen ledde hon däremot samtalen i enlighet med de mönster som är karakteristiska för kommunikation i skolan. Läraren hänvisade däremot i detta sammanhang inte till något av det som pekats ut under besöket eller till barnens observationer. Barnens sätt att uttrycka sig tycktes i hög grad vara avhängiga de vuxnas strategier.

Den slutsats som drogs av resultatet var, att om ett av lärarens syften med besöket på 'Vattnets väg' var att barnen skulle förstå vattenavrinning i naturen, så var den kommunikativa stöttning barnen gavs otillräcklig. I grunden handlar det om vilken syn på barns lärande som kan skönjas i lärarens interaktion med barnen. Vidare gäller det vilken roll som läraren tillskriver sig själv i förhållande till förskolans generella uppdrag att möjliggöra barns lärande genom att utforska och upptäcka sin omgivning.

Delstudie II

“Where do you think the water comes from?” Teacher-pupil dialogues about water as an environmental phenomenon. Den andra studien handlar om individuella samtal mellan lärare och elever i årskurserna 1-3 om vattnets kretslopp representerad av ett fotografi av en regnskog. Samtalen skedde i anslutning till att en temaperiod om vatten hade avslutats.

Studiens mål var att analysera, beskriva och diskutera: stöttningsstrategier som kunde iakttas i lärare-elev samtalen; implikationer av dessa strategier för elevers meningsskapande samt vilka förklaringar av vattnets kretslopp som samtalen ledde fram till. För att kunna bättre förstå det som ägde rum i samtalen, relaterade vi även lärarnas agerande i dialogerna med eleverna till en av Wells (1996) föreslagna analytisk hierarki av med varandra sammanhängande explicita och implicita mål. Enligt Wells finns det i denna hierarki dels allmänna mål på en högre nivå, till exempel läroplansmål och lärarens övergripande mål, dels andra mål på en lägre nivå. Dessa senare mål är då känsliga för det specifika i samtals-situationen i vilken de utvecklas.

I analyserna framkommer, enligt vår tolkning, att lärarna hade minst ett implicit mål på en högre nivå: att kontrollera vad eleverna hade lärt sig genom att få dem att redogöra för vatten i naturen och då även förklara vattnets kretslopp. Detta klargjordes dock inte för eleverna, utan lärarna bad dem vid sessionernas början endast att berätta om bilden, som visade lummig grönska, ett vattendrag och ett stycke av en delvis molnig himmel. Denna introduktion tolkades som att läraren satte fokus på den sociala dimensionen i den kommunikativa inramningen (Goffman, 1981) – ett mål på lägre nivå för att åstadkomma en mjuk inledning. Lärarnas vaga frågor, men även avsaknaden av ett mera typiskt skolspecifikt samtalsmönster i början av samtalet (Edward & Mercer, 1995; Mercer, 1995), innebar att många elever troligen aldrig förstod det övergripande, bakomliggande målet. Längre in i sessionerna kunde tre olika mönster urskiljas i den kommunikativa inramningen. Lärarna fokuserade på fotografiet, på elevernas ”tankar” eller på antaganden om ett antal väsentliga moment i vattnets kretslopp. Därtill handlade samtalet om specifika begrepp relaterade till vattnets kretslopp. I kommunikationen förekom inte de olika samtalsämnen isolerade från varandra. Av analytiska skäl har de dock separerats i arbetet. Oftast använde läraren minst två mönster och ibland alla tre i samma dialog, omväxlande eller i olika ordningsföljd.

Resultatet visar att det vanligast förekommande mönstret som inramade kommunikationen var att lärarna explicit bad eleverna att beskriva bilden, vilket dessa också gjorde (a). När lärarna därefter frågade efter elevers tankar om

bilden med hänvisning till deras personliga erfarenheter, kunde eleverna ofta inte svara, vilket i flera fall ledde till att läraren avslutade samtalet. I ett antal dialoger inramades samtalet av att lärarna frågade om elevernas erfarenheter av vatten med mer eller mindre explicita följdfrågor. I fokus låg då vattnets kretslopp (b) dvs. lärarens implicita högre mål. Dialogavsnitt av detta slag präglades i hög grad av att det var ostrukturerat och saknade innehållsligt samförstånd. En elev fick till exempel en fråga om var vattnet i floden kom ifrån. Han svarade ”vattentillverkningen”, men fick ingen återkoppling från lärarens sida. Trots att svaret med stor sannolikhet skulle kunna härledas till erfarenheter från klassens besök på ett vattenverk, reds den lärandes perspektiv inte ut och samordnas med lärarens. Därmed kan vi säga att läraren och eleven inte var samordnade. När vissa elever så småningom förstod vad situationen handlade om, började de sträva efter att ge tillfredsställande svar på lärarnas frågor. I enstaka fall lämnade lärarna relativt snabbt den inledande konversationen, för att explicit ställa frågor om specifika begrepp relaterade till vattnets faser och vattnets kretslopp (c). I en refererad situation då en elev med hjälp av en serie stödjande frågor från läraren till slut kom fram till att ”det går upp och ner”, reformulerade läraren svaret till ett att ”det går runt”. Att reformulera språkliga uttryck är en vanlig lärarstrategi i de specifika kommunikativa mönster som utmärker skolans praktik (Mercer, 1995). Situationen visar samtidigt ett exempel på en inramning (framing) som resulterade i ett elevsvar som ligger nära det läraren önskade.

Slutsatser från studien är, att trots att lärarnas ambition tycktes vara att följa upp vad eleverna lärt sig efter en längre temaverksamhet, inramades kommunikationen på sådant sätt att eleverna inte förstod vad samtalen handlade om i de olika situationerna, varken med avseende på den sociala interaktionen som sådan eller på fenomenet vatten i naturen. Läraren fick uppenbarligen inte med sig eleverna från en kommunikativ inramning till nästa och klargjorde inte heller skiftena för eleverna. Det fick till följd att många elever aldrig förstod vad som förväntades av dem och de kom därför inte ens i närheten av att prata om exempelvis vattnets kretslopp. När kommunikationen inramades av en samtalsstruktur av IRE-karaktär (inquiry, response, and evaluation) (Mehan, 1979) lyckades ett fåtal elever redogöra för centrala delar av vattnets kretslopp. Andra elever kom å andra sidan endast fram till att samtala om synnerligen fragmentariska delar av modellen.

Delstudie III

We don't have any that eat others". Thirteen year olds interacting with a simulation of ecological processes of the African savannah. I den tredje studien analyseras elevers (12-

5. SAMMANFATTNING AV STUDIERNÄ

13 år gamla) interaktion i en simuleringskontext representerande ekologiska processer på en afrikansk savann.

Vatten utgör en förutsättning för livet på savannen. Idag förväntas att samhällsmedborgaren, såväl privat som i yrkeslivet, skall kunna agera till gagn för ett hållbart samhälle liksom kunna ta beslut i komplexa miljöfrågor. Genom att det i skolans undervisning används interaktiva datorprogram och simuleringar, skall elever få stöd i att hantera naturvetenskapliga modeller av komplexa system, anser flera forskare (Kangassalo, 1994; Lindgren & Schwartz, 2009; Papert, 1993; Squire & Klopfer, 2007; Vrasidas et al., 2007). Mot denna bakgrund observerades tjugo elever (12-13 år gamla) när de, som en del av ett ämnesintegrerat tema om Afrika, hanterade datorprogrammet SimSafari, en simulerad mikrovärld av livet på en afrikansk savann. Mikrovärlden utgjordes av en modell av verkligheten vars komplexitet hade reducerats för att lägga tyngdpunkten på några väsentliga delar av en modell av ekologiska processer. Efter en inledande instruktion av läraren arbetade eleverna parvis med att skapa och upprätthålla ett balanserat ekologiskt system i ett parkområde på den afrikanska savannen. Studiens mål var att studera (1) vilka resurser som strukturerade elevernas handlingar; (2) vilka skäl eleverna gav för de åtgärder de vidtog; samt (3) hur resurserna ramade in elevernas meningsskapande. Forskningsintresset rör vad som händer när en simulerad mikrovärld utgör en del av en institutionell lärandesituation – *inte* datorkontexten i sig eller programmet som sådant.

Det framkom att eleverna i sina försök att skapa en ekologiskt balanserad park använde ett antal sammanflätade resurser: information om växter och djur i programmet, egna kunskaper, såväl verbal som icke verbal kommunikation med varandra samt lärarens introduktion av programmet. De tenderade dels att välja för dem välbekanta djur, dels att hantera djurlivet i mikrovärlden på savannen genom att sörja för enskilda djurs välbefinnande vad gällde såväl föda som sociala relationer. Eleverna tog å ena sidan hänsyn till vissa funktioner i enstaka näringskedjor, men de konstruerade aldrig mer komplexa näringsvävar i ett ekologiskt system. Detta fick konsekvenser för djurlivet i mikrovärlden på savannen. Eleverna valde exempelvis i stor utsträckning bort predatorer utifrån en egen kännedom om vilka djur som var rovdjur respektive bytesdjur. Vissa inbyggda funktioner i programmet, som representerar variabler i de ekologiska processerna, såsom tidsdimensionen vars årstidsväxlingar med torra respektive regniga perioder hade ett snabbt förlopp, var problematiska för eleverna att hantera och ledde till missbedömningar vid val av åtgärder. Ett simulerat år i mikrovärlden på savannen pågick till exempel under fyra minuter. Djuren på

savannen rörde sig emellertid i långsammare takt än (alt. samma takt som) verkliga djur. Många elever talade och agerade inte i överensstämmelse med tiden i den simulerade mikrovärlden utan utifrån reell tid.

När eleverna i sin ambition att skapa en ekologiskt balanserad park riktade sitt intresse främst mot enskilda djurs välbefinnande ledde detta till sammanbrott av djurlivet i mikrovärlden. Enstaka elever försökte hantera situationen genom att ta beslut om enkla länkar i näringskedjor mellan två djurarter åt gången eller mellan en djurart och någon växt. Därigenom framstod de olika resurser som var tillgängliga i programmet om komplexa ekologiska samband inte som verkningsfulla hjälpmedel för eleverna. De tycktes främst använda informationen i programmet när de själva saknade kunskap om djurets föda, vilket kan relateras såväl till elevernas erfarenheter i en vardagskontext som till lärandeprocesser i skolkontexten. Även deras muntliga utsagor kan i ytterst liten grad relateras till aspekter av ekologiska samband utan snarare betraktas som uttryck för empati, exempelvis att djuret inte skulle vara hungrigt eller ensamt, och inte bli uppätet eller dödat.

I slutsatserna från studien framgår att resurserna i simuleringen såväl stöttade som begränsade elevernas meningsskapande om ekologiska samband. Eleverna använde de olika tillgängliga resurserna i avsikt att sörja för djurens välbefinnande på kort sikt. De hanterade därmed enkla näringskedjor. Även om eleverna konfronterades med konsekvenser av sina val och handlingar i mikrovärlden och förstod att något inte stod rätt till med den ekologiska balansen i parken, tycktes det vara svårt för dem att identifiera vari orsakerna bestod.

6. Resultat och diskussion

Syftet med avhandlingen har varit att undersöka hur elever genom språklig mediering i olika kontexter blir delaktiga i vetenskapligt grundade sätt att betrakta, förstå och kommunicera om naturen. De samtal jag har studerat ägde rum både i och utanför en traditionell skolkontext. I samtalen integrerades modeller av innehållsliga teman som rör vattnets flöde, vattnets kretslopp och ekologiska processer. I samtliga samtalssituationer användes artefakter som strukturerande resurser.

Elevers och lärares samtal om vattnets flöde och vattnets kretslopp präglades i samtliga kontexter av otydlighet. Eleverna hade uppenbara svårigheter att följa med i lärarnas samtalsstrategier. Lärarna å sin sida tycktes vara angelägna om att eleverna själva skulle förstå vad samtalen handlade om och komma fram till svar som efterfrågades. Det innebar att lärare och elever talade om mer eller mindre fragmentariska delar av vattnets kretslopp. I enstaka fall lyckades elever bemästra – appropriera – lärarens sätt att tala från en kommunikativ inramning till nästa, framför allt i samtal som följde en välkänd fråga-svar struktur. När guiden på vetenskapscentrum berättade för eleverna om konkreta artefakter som lasso och kåsor, ställde eleverna frågor om vad de såg och hörde, exempelvis om samebarnens liv och om vargyl. Eleverna hanterade den digitala simuleringen av ekologiska processer i samförstånd och deras resonemang byggde på att de framför allt försökte sörja för enstaka djurs välbefinnande. Barnen uppmärksammade genomgående enskildheter och partikulära element men hade uppenbara svårigheter att tänka i system och relationer på sätt som utmärker en naturvetenskaplig diskurs.

I de undersökta aktiviteterna hanteras modeller som om de vore självillustrerande. Modellerna som sådana och hur de förhåller sig till vad de refererar till förklarades aldrig av lärarna i de samtal som studerades. Det blev inte klart för eleverna hur modeller kopplar till observationer eller hur man kan pendla mellan vad man ser och hur det kan förstås i en vetenskaplig diskurs.

Resultatet illustrerar problem och möjligheter för yngre elever att förstå olika modeller som används för att kommunicera om naturen samt vilka premisser som gäller för att samtala om naturen i institutionella kontexter. Med utgångspunkt i avhandlingens studier finner jag det särskilt intressant att diskutera yngre elevers möjligheter att förstå modeller av fenomen i naturen när de befinner sig i

institutionella kontexter, men det är också intressant att uppmärksamma lärarens roll för att stödja elevers lärande om naturen.

Skolan är inte det enda sammanhang där yngre elever möter vetenskapligt grundade modeller. I dagens samhälle tar vi ständigt del av abstrakta begrepp och redan mycket tidigt är barn involverade i verksamheter som förknippas med naturen på en mängd olika sätt. Detta framkommer inte minst när eleverna ges möjlighet att fritt berätta om sina insikter i samtalens inledning (studie 1 och 2). Användningen av modeller i de verksamheter som studerats i avhandlingen illustrerar problem och möjligheter för yngre elever som redan mött tematiken ifråga genom temaarbeten och ämnesintegrerad undervisning.

Elevers möjlighet att förstå modeller i institutionella kontexter

Modeller är i sig medierande redskap och förutsätter ett visst sätt att tänka och föra resonemang som etablerats i naturvetenskapliga diskursiva gemenskaper (Matthews, 2007; Schoultz et al., 2001). För att kunna förstå exempelvis avdunstning, krävs att fokus ligger på representationsprocessen och inte på modellen som sådan (Wartofsky, 1979). Det innebär att eleverna måste få kommunikativt stöd i att uppmärksamma och urskilja utmärkande och betydelsefulla kännetecken för till exempel vatten när det övergår från fast form till gasform. Av fundamental betydelse för förståelsen är att eleverna i samtal med de vuxna skall förstå vad samtalen handlar om och vad som är intressant och värdefullt att uppmärksamma (Luria, 1961; Säljö, 1996; Vygotsky, 1987; Wells, 1996).

Olika premisser visar sig gälla för elevernas möjlighet att förstå vad samtalen handlar om i de olika kontexterna. Under besöket på ett vetenskapscentrum samtalar eleverna och guiden om samebarns liv i fjällvärlden. En samekåta och en målad kuliss av fjället representerar källan till det smältvatten som rinner i modellen 'Vattnets väg'. I samtalet skapas en samstämmighet mellan vad eleverna upplever och vad de talar om (studie 1).

I kommunikationen med eleverna i de institutionella kontexter som studerats gäller speciella villkor. Lärarna och eleverna är sällan samordnade i vad samtalet handlar om. Den syn på naturen som samtalen rör sig om tematiseras aldrig och inga hänvisningar görs till andra moment i de tematiska studierna som eleverna har deltagit i. Att undervisning är övervägande lärarstyrd, överensstämmer med vad som funnits i mängder av tidigare forskning (Akerson et al., 2000; Lim & Barton, 2006; Marquez et al., 2006). Ytterligare en likhet med de nyss nämnda studierna är att eleverna i huvudsak stöds genom frågor som ställs av läraren. Eleverna lämnas att själva förstå att det finns en bakomliggande förklaring.

6. RESULTAT OCH DISKUSSION

Möjligheten för eleverna att förstå vad samtalen handlar om visar sig i flertalet fall vara problematisk, även när eleverna och läraren har liknande erfarenheter. Under besöket i utställningen 'vattnets väg' ställer läraren frågor om vattnets riktning, "vart vattnet rann" (studie 1), vilket besvaras av eleverna i termer av att "vattnet rinner till ankan". Eleverna urskiljer vatten utifrån sina egna vardags erfarenheter, men svaret är inte samordnat i perspektiv med lärarens fråga som handlar om vattnets rörelse i modellen av ett kretslopp, och följden blir att kommunikationen avstannar.

I andra situationer ställer lärarna frågor om vattnets rörelse med hänvisning till fotografier som de valt som stödjande artefakter, representerande delar av en modell av vattnets kretslopp (studie 1 och 2). I samtalen framträder en åtskillnad mellan vad läraren vet och vad eleverna förväntas hantera, vilket är vanligt förekommande i experimenterande, undersökande och virtuella kontexter (Lidar et al., 2006; Squire & Klopfer, 2007; Säljö & Bergqvist, 1997). Som ytterligare stöd för eleverna att förstå bakomliggande förklaringar, växlar läraren mellan frågor som är formulerade i en vardaglig diskurs respektive en mer naturvetenskaplig sådan (studie 2). Det är mycket vanligt att sådana diskurser blandas i undervisningssituationer med yngre elever (Akerson et al., 2000; Goularth & Roth, 2010; Lim & Barton, 2006; Robbins, 2005; Thulin, 2006; van Zee et al., 2001). För att kunna svara på frågorna antas eleverna direkt koppla samman delar av modellen av vattnets kretslopp med synliga och observerbara delar av de fenomen modellen avser att representera. Något sådant direkt samband finns emellertid inte mellan vardagliga uttryck och vetenskapliga begrepp, eftersom dessa är delar av skilda diskurser (Schoultz et al., 2001; Wartofsky, 1979).

Även om eleverna har erfarenheter av företeelser i naturen leder dessa inte per automatik till att man skapar mening inom ramen för en specifik diskurs (Säljö, 2000), och erfarenheter är meningsskapande för elever på många olika sätt (Lemke, 1993). I enlighet med tidigare forskning (Säljö & Bergqvist, 1997) kan en alldaglig förståelse innebära att man tar detaljer i vardagen för givna, medan de är betydelsefulla och i behov av förklaring i ett naturvetenskapligt perspektiv. Därtill är vardagliga erfarenheter ofta förknippade med emotionella laddningar av exempelvis sympati eller antipati, vilka kan bidra till meningsskapande för eleven men samtidigt utgöra hinder i förståelsen av naturvetenskapliga modeller. Detta blir tydligt när eleverna på egen hand hanterar simulerade modeller av djurliv (studie 3) som i sig representerar modeller av ekologiska processer. I likhet med vad som har uppmärksamats i andra studier (Alexandersson et al., 2000, 2001) tolkar eleverna situationen utifrån erfarenheter i vardagssituationer. De försöker förhindra att djur dödas genom att välja antiloper men undvika rov-

djur, som lejon, vilket får ohållbara konsekvenser för den simulerade ekologiska balansen på savannen.

De yngre elevernas möjligheter att förstå modeller måste ses i ljuset av skolkulturens kommunikativa förutsättningar och den syn på naturen som medieras i de institutionella kontexterna. I kommunikationen med de yngre eleverna tematiseras aldrig skillnaden mellan en vardagsförståelse och en mer vetenskaplig förståelse av naturliga förlopp. Ett antal forskare (Marquez et al., 2006; Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009) hävdar att i skolans undervisning lär sig eleverna ett faktaorienterat synsätt på naturen där de begreppsliga förutsättningarna inte klargörs, och detta tycks gälla även om ämnesinnehåll förknippade med vatten och miljöproblematik.

Om man studerar lärande om naturen i undervisningssituationer på det sätt som gjorts i denna avhandling, får man fram att det är en krävande uppgift att lära yngre elever att förstå naturvetenskapliga modeller. Vi måste ställa oss frågor om vad det innebär att förstå naturvetenskapliga modeller och vilken funktion modeller har för yngre elevers meningskapande liksom för livet som samhällsmedborgare. Därmed kommer lärarens roll för att stödja elevens lärande om naturen på ett ändamålsenligt sätt i fokus.

Lärarens roll

I dagens samhälle ställs krav på medborgaren att hon/han skall kunna bidra till en hållbar utveckling i såväl sitt eget liv som i samhället i stort. I detta perspektiv måste vi fundera över om eleven är betjänt av att vänja sig vid att möta och hantera modeller på skolkulturens villkor. Lärarens stödjande roll för elevens lärande är förbundet med vilka medierande redskap, användbara såväl inom som utanför undervisningen, som yngre elever behöver bli bekanta med och börja appropriera. Under en dag då arbetet med denna avhandling höll på att slutföras presenterades två nyheter i massmedia. Den ena handlade om att vi riskerar att få problem med vårt dricksvatten, eftersom klimatförändringen kommer att påverka ytvattenavrinningen. Den andra nyheten återgav en norsk politikers syn att vargar bör utrotas, eftersom de inte tillhör vår fauna. Frågan är vilka språk- och tankeredskap som eleverna behöver få tillgång till tidigt i skolan för att kunna samtala om information de möter i vardagen ur flera olika perspektiv. Förståelse för miljöproblemet förutsätter bland annat att kunna urskilja och identifiera var vårt eget dricksvatten produceras, vilka problem som kan uppstå vid översvämningar i vår närmiljö liksom konsekvenser för livet på jorden om sötvatten förorenas. Att diskutera och argumentera i vargfrågan handlar exempelvis om att kunna betrakta vargen som en toppredator i ett skandinaviskt ekosystem

men även att se samband med synen på djur i nordisk folktro. För ett sådant utbildningssyfte är lärarens stödjande roll för elevers förståelse av naturvetenskapliga modeller central. I meningsfulla kommunikativa problemlösningsprocesser behöver läraren tillsammans med eleverna finna stöd för argument och lösningsalternativ i vetenskapssamhällets samlade vetande.

Det handlar inte om att utveckla specifika metoder för undervisning, utan om att betona lärarens roll i utvecklandet av undervisning av god kvalitet (Mercer & Fisher, 1993; Vygotsky, 1978; Wells, 1999; Yaroshevsky, 1989). För yngre elever bör det innebära att de förmår utveckla ny och vidgad förståelse för hur man kan beskriva naturen på olika sätt, i olika sammanhang och situationer. De måste också lära sig identifiera när det ena eller andra perspektivet är intressant och relevant. I denna process behöver eleverna vänja sig vid att inte tycka synd om djur som äts av predatorer i en näringskedja och att vatten kan beskrivas såväl genom upplevelser av en bäck i skogen som genom olika representationer som bilder och utställningar som 'Vattnets väg'. Samtidigt utvecklas redskap för att strukturera, urskilja, tolka, jämföra och problematisera kunskap av olika karaktär.

Vidare forskning

För att stödja lärarna i att vidareutveckla och förändra samtalskulturen i förskolan och skolans tidiga år mot ett tydligt fokus på att ge eleverna tillgång till funktionella språk- och tankeredskap är behovet av forskning stort. Flera forskare har genomfört projekt som ger exempel på hur begrepps- och processkunskap kan utvecklas (Goularth & Roth, 2010; Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001). Genom forskningsstudier kan lärare för yngre elever få stöd i att förstå vad som kan hända i elevens lärandeprocess när exempelvis olika samtalsstrategier används och att utveckla den egna förståelsen av att olika innehållsliga teman eller begrepp kan kommuniceras på olika sätt.

Slutord

Stefan Edman (2008), känd författare och biolog, uttrycker sig närmast filosofiskt om att vi, dagens samhällsmedborgare, behöver utveckla en *förundranskultur* för att uppleva naturens minsta beståndsdelar. Dessa utgör fundament för att förstå de komplicerade systemen i naturen som dess ständiga kretslopp och ekologiska samband. Uppmärksamhet, upplevelse och samtal om vardagliga och till synes enkla skeenden i naturen utgör nödvändiga kulturella redskap för att utveckla förståelse för generella, komplexa samband i natur och miljö. Framväxten av en sådan kultur borde ha sin början i förskolans och skolans tidiga undervisning om naturen.

English summary

Introduction

The background to this thesis is related to socio-political issues in society concerning the environmental impact of technological development and people's new lifestyles. The concept "sustainable development" includes an idea that people today may not endanger future generations' possibilities to live on Earth. In order to handle both local and global ecological, economic and social problems there are increasing demands for fundamental understandings of nature and of environmental issues among people in contemporary society. At the same time as growing expectations of knowledge is articulated, national reports as well as international studies show that students' interest in science appears to be reduced in elementary and secondary school.

In order to increase younger pupils' interest in science different stakeholders in education such as politicians, scientists and representatives of trade and industry have become interested in how to integrate new sources of knowledge, for instance science centers and ICT environments in education. The importance of pupils being introduced to science content in the early years of education has also been expressed. In addition, today there is in Sweden a curriculum stating that children should meet school science content as early as in preschool. In a socio-cultural perspective the concept of school education is understood as guidance and support for learning processes in an organization whose goal is learning. These facts raise important questions about students learning science in school contexts.

Learning about nature in early years

In this chapter, the research problem, the purpose of the study, and the research field will be presented.

The research problem

Learning about nature in early years is in this study investigated in terms of communication processes in various contexts of education where teachers and students talk about and understand nature from different perspectives. Through linguistic mediation the student is introduced into the school culture's way of looking at, understanding and talking about nature. Within a school context,

phenomena explained by science are usually formulated in other terms than normally used in everyday life when speaking about nature. Thus, in a school context the student is expected to talk about phenomena in a way that is not directly linked to any personal experience. In order to understand the student's learning, we need to study how they act in the social practice, i.e. how they speak and indicate that they understand the topic of educational conversations.

Aim of the study

The aim of the study is to draw attention to and examine how young students (approximately 5-13 years) participate in communication about nature, what approaches to nature are mediated in the social practice of the school and how functional these approaches are as tools for making sense in other situations in everyday life and society.

The specific research questions of the study are what happens in the interaction between teachers and children/students with respect to:

- What communicative strategies or patterns of communication can be discerned?
- How is knowledge about nature mediated in communication?
- What characterizes the student's meaning making in these activities?

Empirical investigations were carried out by observations, tape recordings and video recordings of interaction in different educational contexts. The first study is about a group of preschool children (5 years old) and their teacher visiting an exhibition about the water flow at a science center. A week later the teacher talks with the children about their visit during circle time at the preschool. The second study is about conversations about the water cycle between teachers and young students (8-10 years old) at a primary school, using a photograph taken in a real rainforest. The third study is about students (12-13 years old) working in pairs in a computer simulated micro world of ecological processes in an African savanna.

A review of research on science education

In this chapter a brief overview of the main strands of the research field will be presented.

From the 1960s, research on learning science has been influenced by Piaget and his work. Most important became the idea about innate psychological structures or schemas being associated with the abilities of thinking and understanding (Piaget, 1983). Development is thereby linked to a mental process, an adaptation process, which consists of assimilation and accommodation processes. The motive for the learning process is, according to

Piaget (1951, 2000) a principle of intellectual imbalance connected with inner motivation. It is a self-regulatory process that occurs when an individual's perception of the environment does not match her prior understanding.

According to Piaget, the child had to pass certain stages of intellectual development as the sensorimotor stage, the preoperational or intuitive stage, the concrete operational stage and the formal operational stage (Piaget & Inhelder, 1958). During the last stage, from about 11-12 years of age the child could develop an inner understanding of the world (Piaget, 1951). The individual could also reason in a way that is close to ways commonly used in science, like thinking with hypotheses and abstract models. For this reason the latter stage was focused in research and development work (Whitehead, 1985). From this idea a "spiral curriculum" was designed (Bruner, 1970). This meant that school subject matter was selected and transformed to a structured pattern, from a simpler to a more advanced form (Reigeluth & Stein, 1983). Such an adaptation model has had a major impact on both research and science education in schools.

But the strong focus on formal and logical aspects of students' thoughts toward scientific explanations was criticized (Baker, Peterson & McGaw, 2007). Instead, the importance of focusing children's personal way of constructing theories about the world was highlighted (Driver & Easley, 1978). This critique resulted in new ideas concerning the need for science education to be designed in such a way that it involved both the child's own theories and scientific concepts (Ausubel, Novak & Hanesian, 1978; Driver, 1983). This approach led to a new strong international tradition of research on students' conceptual change. Later, in the 1990s and 2000s new criticism was raised against the strong focus of research on students' conceptual understanding. This time the debate concerned questions about communication aspects, for instance if and if so how students' responses could be related to how they understood science concepts (Schoultz, 2000; Säljö, 1995). Moreover, the lack of social dimensions in learning about nature was criticized (Leach & Scott, 2003; Wickman & Östman, 2002).

Research on learning in natural science in a constructivist tradition

Compared with decades when research about students' conceptual understanding was mainly conducted within a constructivist tradition, building on Piaget's theory (Driver et al., 1994, Leach & Scott, 2003; Sjöberg, 2000) the field today shows a greater variation. Today, two generally disparate research focuses can be found, *an individual view on learning*, including varied theories of conceptual change, which in turn leads to varied research focus and one

sociocultural view on learning (Leach & Scott, 2000, 2003). One such differentiated theory when studying students' learning is a *human constructivist view on learning* (e.g., Anderson, Lucas & Ginns, 2003) mostly used in research about learning, particularly in museum. This theoretical perspective assumes that an individual's conceptualization is a product of different personal experiences and cultural phenomena.

A summary of research on students' conceptual understanding in different contexts

Studies conducted in preschool, in primary and secondary school education or in other contexts have a specific relevance to the present thesis. These studies are about school content, focusing models such as the water cycle, changes of matter and ecological processes.

A recurring finding from previous research is that younger students generally have difficulties in understanding models of the water cycle (Bar, 1989; Piaget, 1951; Tytler & Peterson, 2000). For understanding the model of the water cycle, it was characteristic for younger students to mention specific reasons for evaporation, the water, for example, disappearing or penetrating into the floor (Bar, 1989). Only a few older students indicated scientific understanding such as water evaporating and spreading in the air (Tytler & Peterson, 2000). However, no continuous change in the students' conceptual understanding could be discerned (Tytler & Peterson, 2000). Most of the students developed gradually, with an understanding that water changes is about changes of matter (Tytler & Peterson, 2004). Many students could not bring their understanding of concepts of parts of the cycle together into a coherent account.

The results of these previous studies show that students have difficulties in understanding models of the water cycle in other contexts than in the school (Botelho & Morais, 2006). They seem to increase their understanding of concepts when finding similarities to phenomenon in their surroundings (Tytler & Peterson, 2004; Ben-Zvi & Orion, 2005). The students' different ways of expressing their understanding of concepts seems to be interpreted in alternative ways (Tytler & Peterson, 2004; Tytler & Prain, 2007).

Learning from a socio-cultural perspective and research on learning about nature

In this chapter I present some key concepts making up a sociocultural perspective on learning, such as, 'mastery', 'appropriation', 'mediation' and 'scaffolding'.

Learning

From a sociocultural perspective, learning is an aspect of all human actions and is considered to be an integral part of all social practices (Säljö, 2000, 2005, Wertsch, 1998).

The concept of *appropriation* is a central metaphor for learning from this perspective. By participating in various social activities individuals gradually gain a general idea of what the activity is about, how they can understand the context and about the norms and rules for how to act and behave towards each other (Vygotsky, 1986). At the same time as the individual learns to master the relevant intellectual and physical tools she makes sense of the situation. This process never ends and the individual gets progressively more and more experienced in increasing his or her understanding and develop knowledge and skills that are useful in more specific and complex learning contexts.

The learning process can be expressed by two different concepts, *mastery* and *appropriation* (Wertsch, 1998). Mastery means that the individual uses cultural tools in ways that can be expected in the school context. The learning process in this case does not necessarily lead to changes in skills or a deeper understanding. Appropriation indicates a learning process when the already developed knowledge or ability changes and so to speak, will become (in part) the learner's own.

Other key concepts in a sociocultural perspective are *mediation* and *cultural tools* or *artifacts*. Mediation means that a person never meets his or her environment directly and uninterpreted. Instead, the world is mediated through ideas that previously have emerged in social and cultural practices. Through our participation in social interactions in different contexts, we come to share different resources. These intellectual/linguistic and physical artifacts are integral components of our social actions. With their help we think, understand, and carry out practical actions in relation to our environment (Lemke, 2001; Säljö, 2000). Through communication in social situations, we learn to alert, detect, notice and describe what is of importance in the world. Communication and language are fundamental artifacts in a socio-cultural perspective (Säljö, 2000, 2005, Vygotsky, 1986; Wertsch, 1985). Language is seen as the greatest asset in order to be able to structure, organize and understand the world around us. In every situation, there is a question of what experiences the individual makes and what meaning he or she interprets, creates and generates (Rogoff, 1995; Säljö, 2000; Vygotsky, 1978).

Learning in the institutionalized practice of school

In school, as an institutionalized practice, learning is considered to be limited in time and space and a result of teaching (Wenger, 1998). The goal of instruction in school is learning itself and meaning-making processes are mutually dependent on individuals' interaction and the conditions of the context (Säljö, 1996; Vygotsky, 1978). Specific communicative patterns have been developed within the institutional practice of school (Edwards & Mercer, 1987; Mercer, 1995). This means that the teaching content is expressed in other terms than those commonly used in everyday life. These patterns mediate knowledge and learning through artifacts such as language and texts of different kinds (Edwards & Mercer, 1987).

In science education in school different kinds of scientific explanations and scientific models are used (Matthews, 2007). They consist of a system of theories that are related to each other (Matthews, 2007; van der Veer & Vlasiner, 1991). Their linguistic characters are quite different from those spontaneous concepts used in everyday talk (Vygotsky, 1978; Wells, 2008). Learning how to conduct scientific reasoning means to appropriate special ways of talking and thinking (Schoultz, Säljö & Wyndhamn, 2001). In order to understand what a model represents, and what function it has in different contexts pupils have to be supported by others who are knowledgeable (Vygotsky, 1978; Wartofsky, 1979).

Scaffolding

Vygotsky's (1978) analytical concepts *good learning* is the starting point for explaining the relationship between education and child development. A crucial factor for children's learning is the quality of the interaction between children and adults. The concept *scaffolding* is used in order to describe the guidance of adults or more knowledgeable peers as Vygotsky (1978) expresses as essential to children's potential development in relation to another metaphor, the *zone of proximal development (ZPD)*. The latter concept refers to difference between what the child can do by him- or herself and what he or she can do with assistance from adults in order to later be able to do by him- or herself. The relationship between the two concepts *scaffolding* and *ZPD* is considered by many researchers (e.g., Daniels, 2001; Wells, 2001) to constitute the core of Vygotsky's theory of appropriation processes in school. This developmental process does not automatically happen because the child is involved in educational settings (Vygotsky, 1978; Yaroshevsky, 1989).

Sociocultural scholars have emphasized the importance of interaction between a child and an adult having the character of *guided participation* (Rogoff,

1990). According to this notion it is important that children and others are involved in a joint process based on the child's understanding and skill to reach new insights and knowledge (Cole, 1985; Luria, 1976; Rogoff, 1995, 1998; Wertsch, 1984, 1985). Fundamental for mediation is the concept of *intersubjectivity*. This means that the child and the more knowledgeable adult establish a shared understanding of the context (Wertsch, 1985). Learning is understood as involving explorations and discussions about different solutions and suggestions rather than mastering simple tasks and functions (Rogoff, 1990). Intellectual and physical tools function as *structuring resources* that enable students to interpret the situation and act competently in a context (Säljö, 2000).

A summary of research of appropriation processes from a sociocultural perspective

In this section I will review research on scaffolding strategies with a focus on learning content and cultural tools, everyday concepts versus scientific concepts in communication and students' meaning-making processes.

Scaffolding strategies focusing learning content

The dominant scaffolding strategy is that the teacher him- or herself explains the learning content. It is common that the communication predominantly is controlled by the teacher using available resources in the context, such as pictures of planets, observations of pigeons or the life of a tree stump (Akerson et al., 2000; Lim & Barton, 2006; Thulin & Pramling, 2009). In experimental, exploratory, and virtual contexts the teacher more often takes an observing and controlling role (Lidar et al., 2006, Squire & Klopfer, 2007; Säljö & Bergqvist, 1997). Another strategy is that the teacher's guidance decreases over the course of an activity or a theme, allowing the students to take over more and more responsibility (Robins, 2005; Vygotsky, 1978). Results from studies show that students use different communication strategies whether the teacher is present or not (Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009).

Scaffolding strategies focusing on cultural tools

In a number of studies cultural tools and content about nature are integrated in the scaffolding strategies. Understanding in order to be able to discuss, describe and imagine nature in different discursive ways is mediated through participation in social practice. This is done, for example, by teachers in interaction with the students discussing, structuring, classifying and arguing both in terms of scientific concepts and everyday experiences (Goularth & Roth, 2010; Mercer et

al., 2004; van Zee et al., 2001). In these cases students mostly use similar conversational strategies even when the teacher was not present as they do when participating in social practice with the teacher.

Everyday concepts versus science concepts as content in communication

In addition to the results of previous research showing that everyday concepts provide the basis for the communication process it is most common that both everyday concepts and science concepts occur in a teaching situation (Goularth & Roth, 2010; Robbins, 2005; Thulin, 2006; van Zee et al., 2001). Teachers can ask the students for everyday concepts, but the answers do not affect the communication that is carried out mainly focused on scientific concepts (Akerson et al., 2000; Lim & Barton, 2006). In particularly investigative or virtual contexts, the students themselves are left the full responsibility to handle the relationship between everyday and scientific concepts (Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Lim & Barton, 2006; Robbins, 2005; Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009).

Students' meaning-making processes

One prominent way to create meaning turns out to be that students largely follow the teacher or complete the task in the way they have been instructed (Akerson et al., 2000; Alexandersson et al., 2000, 2001; Lidar et al., 2006; Squire & Klopfer, 2007; Säljö & Bergqvist, 1997). It is common that social dimensions and aesthetic aspects of the context appear as important dimensions in the students' meaning making whereas content-related dimensions recede into the background (Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Lim & Barton, 2006; Robbins, 2005; Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009). In contexts that include both everyday and scientific concepts students make sense by referring to the previous experiences of everyday phenomena (Robbins, 2005) as well as ethical and emotional values (Lim & Barton, 2006; Squire & Klopfer, 2007). In the studies showing that cultural tools and content about nature are integrated in the scaffolding strategies (Goularth & Roth, 2010; Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001; Zeyer & Roth, 2009) being able to use the own experiences, to listen and to be listen to and to take responsibility seems to be important for the students' meaning making.

The research problem in relation to previous research

Children today meet science content as early as during preschool and the first years in school. The students are guided and supported by teachers in thematic work, investigative and experimental activities and visits to science centers and museums.

The present thesis is about how students in communication with teachers (and in some cases with a guide at a science center) are scaffolded to observe and understand phenomena in nature. A central question is thus how communication takes shape in the teaching of nature with young students. The research questions focus what happens in the interaction between children and teachers (and a guide at a science center).

In relation to the research questions of this thesis, research on students' conceptual understanding in a constructivist tradition mainly gives an overview of the school's content-range of scientific concepts and how students express themselves about the subject matter. According to the overall results from previous research most students eventually develop an understanding of scientific concepts.

Previous research (see e.g., Botelho & Morais, 2006; Tytler & Peterson, 2000, 2004) suggests that science concepts in isolation do not to any great extent seem to support the pupils' meaning making in the school context. In contrast, students' own experiences from different contexts seem to be a basis for understanding the situation (see, e.g., Ben-Zvi & Orion, 2005; Tytler & Peterson, 2004).

Research on students' learning within a constructivist tradition is based primarily on interviews or conversations, i.e. interaction between the researcher and the student. Communicative processes have thereby not been studied in a way that provides answers to my questions. Still, previous research has presented important factors that affect students' conceptual understanding. A premise for the present study is that questions posed by the adult, the researcher or teacher, are not unambiguous but can be understood in several ways. Central to the interaction is how the student 'takes' the question, i.e. how it is interpreted by and responded to by the student.

Research in a socio-cultural tradition contributes with knowledge about learning through communication in institutional and other contexts. The overall results of the research within a socio-cultural tradition suggest that a number of different communication strategies are used, and that nature, generally speaking, is mediated in particular ways in institutional contexts. Scaffolding resources of various kinds are common in experimental, exploratory, and virtual learning

contexts. Responsibility for talking, reasoning and problem solving rests on the students while the teacher often takes a more passive but controlling stance. Among the findings from research in a sociocultural tradition are also teachers' strategies in different ways dealing with students' experiences in relation to the planned content. Through studies (Goularth & Roth, 2010; Mercer et al., 2004; van Zee et al., 2001), we know how teachers in their scaffolding strategies integrates cultural tools, students' everyday concepts and experiences of nature.

Most of the presented studies from the socio-cultural tradition (Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Lim & Barton, 2006; Robbins, 2005; Squire & Klopfer, 2007; Zeyer & Roth, 2009) shows that the individual experiences of various kinds contribute to students' meaning making in varying ways. This includes both ethical, emotional and aesthetic aspects.

The present thesis investigates younger pupils' learning about nature in institutional contexts. A specific feature of these learning situations is that the pupils are introduced to other ways of looking at nature than those commonly used in everyday life. From previous research (Akerson et al., 2000; Alexandersson et al., 2000, 2001; Castano, 2008; Goulart & Roth, 2010; Lidar et al., 2006; Lim & Barton, 2006; Marquez et al., 2006 ; Mercer et al., 2004; Robbins, 2005; Säljö & Bergqvist, 1997; Thulin & Pramling, 2009; van Zee et al., 2001) carried out from a sociocultural perspective, we have greater insight into important processes related to the problem area of this thesis, i.e. how young students in school activities learn and develop their knowledge of phenomena in nature. It is of great importance to identify and gain about a better understanding of the possibilities and constraints for students' meaning making in school activities.

Summary of studies

The first study: "From the Mountain and then? Five-Year-Olds Visiting the 'Way of the Water' Exhibition at a Science Centre", deals with communication between 5-year olds and their teacher during a visit to a science center and at a subsequent follow-up activity at the preschool.

The research questions posed are what content is in focus, what communicative strategies the adults used, and the importance of the context for interaction. The analysis shows that the adults used three different strategies in conversations with children. They provided facts about plants, animals or phenomena in the exhibition, they asked about particular details in the context, and they asked for the children's explanations. The children to a large extent followed the adults' strategies. If the teacher's purpose in any way were to get the

children to understand any part of the processes involved in the water cycle, the scaffolding provided was inadequate.

The second study: "Where do you Think the Water Comes From?" Teacher-Pupil Dialogues about Water as an Environmental Phenomenon", examines communication between students (8-10 years old) and teachers about the water cycle with the assistance of a photo taken in a rainforest. The aim of the study was to analyze what strategies could be observed in teacher-student conversations, what consequences these strategies could have on students' meaning-making and what explanations of the water cycle that the dialogues led to. The results show that the teachers had higher and lower level goals. Analytically speaking, goals were both explicit and implicit in the conversation with the students. Higher level goals, to check what students had learned, were mostly implicit. The explicit goals, for example to get students to talk about the image or their experiences of water were always at a lower level. The different goals and their intention were never made clear to the students. The consequences were that many students never came to talk about the water cycle. When some students understood what the teacher 'wanted' they began to give answers satisfactory to that end. Occasionally the teacher explicitly asked questions about specific concepts related to the water phase and the water cycle. This resulted in one student giving an expected answer in terms of "it goes round". The results showed that the communication strategies mostly did not supported the students making sense of nature in scientific terms, clarified the situation as such, or water as a phenomenon in nature.

The third study: "We do not have any that Eat others": Thirteen year olds Interacting with the Computer Program SimSafari, a Microworld of Life", is about twenty students (12-13 years old) working in pairs to create and maintain a balanced ecological system in a park area on the African savannah. The aim was to study what resources were structuring the students' actions, what reasons students gave for the actions they took, and how resources were framing their meaning making.

The results of the study show that the resources provided by the simulation program both supported and limited the students' actions. They used different available resources to ensure the animals' wellbeing in the short term. Even if they were confronted with the consequences of their choices and actions it seemed to be difficult for them to identify the causes of the problems in scientific terms.

Results and conclusion

The aim of the present thesis was to investigate how students through linguistic mediation in different contexts are involved in a science-based way to look at, understand and communicate about nature. The empirical studies have given the following results.

The conversations between the students and teachers about water flow and the water cycle were characterized by being indistinct in all contexts. The students had obvious difficulties to follow the teachers' communication strategies. It seemed to be important for the teachers that the students themselves understood what the conversation was about and to arrive at the right answer. In a few cases, students appropriated the teacher's way of speaking from one communicative framing to another. This occurred above all when the teacher followed a familiar question-answer structure. The Guide at the science center told the students about concrete artifacts and asked questions about what they saw and heard. The students reasoning in relation to the digital simulation of ecological processes was based on trying to provide individual welfare for the animals. The students paid attention to separate elements and had great difficulty in system thinking and relationships in a way that distinguishes a scientific discourse.

In the investigated activities the models are handled as if being self-illustrative. Models, as such, and how they are related to what they refer to was never explained by the teachers in the studied activities. It was not clear to the students how to connect the models to their observations or how to relate what was seen (the models) to how their referred phenomena can be understood in a scientific discourse. The results illustrate problems and opportunities for younger students to understand the different models that are used in communication about nature and what premises are functional in order to discuss nature in these institutional contexts.

Students' ability to understand the models in institutional contexts

Models are themselves mediating tools that require a certain way of thinking and arguing that has been established in scientific discursive communities.

Students must be scaffolded in order to discern and recognize distinctive and important features of phenomena and events in nature that are represented by the models.

It is of fundamental importance for the understanding that the students understand what the conversation with the adults is about and what is interesting and valuable to pay attention to.

The results indicate that the scaffolding strategies that the teacher offers these younger students contain special conditions. Students' possibility to express their knowledge is closely dependent on the adults' strategies. The most successful strategy for students is to follow the teacher's way of speaking. This leads to the fact that some students succeed to talk in such a way that is expected by the teacher in the conversation. When the teacher is absent the students makes sense by referring to their previous experience. Without support by the teacher, the students thematize nature on their own terms. The students' own interpretations turn out to limit their ability to understand the basic meaning of the way nature is mediated in science education.

The teacher's role

In contemporary society, citizens are required to contribute to sustainable development in their own lives as well as in society. This puts emphasis on issues concerning teacher scaffolding and what sort of mediating tools, useful both inside and outside of school, younger students need to become familiar with and begin to appropriate scientific discourse. The point is not to suggest developing specific methods for teaching science, but emphasizing the teacher's role in the development of teaching quality. For younger students, it should mean that they are able to develop new and expanded understanding of how to describe nature in different ways that are functional in different contexts and situations.

Referenser

- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life. Evidence-based practice*. New York, NY: Teachers College Press.
- Akerson V. L., Flick, L. B., & Lederman, N. G. (2000). The influence of primary children's ideas in science on teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 363-385.
- Alexandersson, M., Linderöth, J., & Lindö, R. (2000). "Dra den dit å lag den där!" En studie om barns möte med datorer i skolan. Göteborg: Göteborgs IPD-rapporter, vol. 2000:15.
- Alexandersson, M., Linderöth, J., & Lindö, R. (2001). *Bland barn och datorer. Lärandets villkor i mötet med nya medier*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B. (1976). *Science teaching and the development of thinking*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Andersson, B. (1989). *Grundskolans naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer*. Stockholm: Liber.
- Andersson, B. (2008). *Grundskolans naturvetenskap. Helhetsyn, innehåll och progression*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B., & Bach, F. (2005). On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example. *Science Education*, 89(2), 196-218.
- Anderson, D., Lucas, K. B., & Ginns, I. S. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 177-199.
- Anderson, D., Lucas, K. B., & Ginns, I. S., & Dierking, L.D. (2000). Development of knowledge about electricity & magnetism during visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, 84, 658-679.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Bach, F. (2001). *Om ljuset i tillvaron: Ett undervisningsexperiment inom optik*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Baker, E., Peterson, P., & McGaw, B. (Red.). (2007). *International encyclopedia of education* (3utg.). Oxford, England: Elsevier.
- Bannister, D., & Fransella, F. (1971). *Inquiring man*. Harmondsworth: Penguin.
- Bar, V. (1987). The development of the conception of evaporation. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Bar, V. (1989). Children's views about the water cycle. *Science Education*, 73(4), 481-500.
- Barnes, D. (1982). *Practical curriculum study*. London: Routledge & Keagan Paul.
- Ben-Zvi, A., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.
- Birbili, M. (2007). Making the case for a conceptually based curriculum in early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, 35(2), 141-147.

- Botelho, A., & Morais, A. M. (2006). Student-exhibits interaction at a science center. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), 987-1018.
- Bronfenbrenner, U. (1977). Toward an experimental ecology of human development. *American Psychologist*, 32, 513-531.
- Bruner, J. S. (1970). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press (original utgivet 1960).
- Bruner, J. S. (1975). The ontogenesis of speech acts. *Journal of Child Language*, 2, 1-19.
- Brundtlandrapporten (1987). The world commission on environment and development: *Our common future*. New York, NY: Oxford University Press.
- Castano, C. (2008). Socio-scientific discussions as a way to improve the comprehension of science and the understanding of the interrelation between species and the environment. *Research in Science Education*, 38, 565-587.
- Cairney, T. H. (1995). *Pathways to literacy*. London: Cassell.
- Cole, M. (1985). The zone of proximal development: Where culture and cognition create each other. I J. V. Wertsch (Red.), *Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives* (ss. 187-214). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Cole, M., & Wertsch, J. V. (1996). Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky. *Human Development*, 39(5), 250-256.
- Cross, J. (2006). *Informal learning: Rediscovering the natural pathways that inspire innovation and performance*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Daniels, H. (2001). *Vygotsky and pedagogy*. New York, NY: Routledge Falmer.
- Davidsson, E. (2009). Enhancing visitors' interest in science – a possibility or a paradox? *Research in Science Education*, 39, 197-213.
- Dierking, L. D., Ellenbogen, K. M., & Falk, J. H. (2004). In principle, in practice: Perspectives on a decade of Museum Learning Research (1994-2004). *Science Education*, 88, 1-3.
- Dewey, J. (1956). *The school and society* and *The child and the curriculum*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* Milton Keynes, England: Open University Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Duit, R. (2009). Database: Students' and teachers' conceptions and science education. Kiel: IPN. Hämtad 2009-02-18 från: <http://www.ipn.uni-kiel.de/aaktuell/stcse/stcse/html>.
- Dyson, A. H. (1989). *Multiple worlds of child writers: Friends learning to write*. New York, NY: Teachers College Press.
- Dysthe, O. (2003). *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Edman, S. (2006). *Förundran, tankar om vår stund på jorden*. Stockholm: Verbum.
- Edwards, D., & Mercer, N. (1987). *Common knowledge: The development of understanding in the classroom*. London: Routledge.
- Engström, S., & Svärdemo-Åberg, E. (2006). Digitala läromedel och learning design sequence i svensk skola – brukarperspektiv. En forskningsöversikt. Hämtad 2010-02-20 från: <http://www.didaktikdesign.nulllearnit/publikation>.

REFERENSER

- Fleer, M. (1992). Identifying teacher-child interaction which scaffolds scientific thinking in young children. *Science Education*, 76, 373-397.
- Forman, G. E. (1977, April). The implications of Piaget's constructivism for early childhood education. Paper presented at the American Educational Research Association, New York.
- Galton, M., & Williamson, J. (1992). *Group work in the primary classroom*. London: Routledge.
- Goffman, E. (1974). *Frame analysis: An essay on the organization of experience*. New York, NY: Harper and Row.
- Goffman, E. (1981). *Forms of talk*. Oxford, England: Blackwell.
- Goulart, M., & Roth, W-M. (2010). Engaging young children in collective curriculum design. *Cultural Studies of Science Education*, 5, 533-562.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. I N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Red.), *Handbook of qualitative research* (ss. 105-170). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gärdenfors, P. (2006). *Den menings sökande människan*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Hankins, T. L. (1985). *Science and the enlightenment*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Head, J. (1985). *The personal response to science*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Helldén, G., Lindahl, B., & Redfors, A. (2005). *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Hirschfeld, L., Lawrence, A., & Gelman, S.A. (Red.) (1994). *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Hultman, M. (2005). Att förstå risker – en översikt av olika kunskapsperspektiv. Stockholm: KBM:s forskningsserie nr 8.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking*. London: Routledge and Keagan.
- Jakobsson, A., Mäkitalo, Å., & Säljö, R. (2009). Conceptions of knowledge in research on student's understanding of the greenhouse effect: Methodological positions and their consequences for representations of knowing. *Science Education*, 93(6), 978-995.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Keane, M. (2008). Science education and worldview. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 587-621.
- Kelly, G. J., & Chen, C. (1999). The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), 883-915.
- Kiboss, J., Wekesa, E., & Ndirangu, M. (2006). Improving students' understanding and perception of cell theory in school biology using a computer based instruction simulation program. *Journal of Educational Multimedia Hypermedia*, 15(4), 397-410.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1974). Falsification and the methodology of scientific research programmes. I I. Lakatos & A. Musgrave (Red.), *Criticism and the growth of knowledge* (ss. 91-175). London: Cambridge University Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation..* Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Leach, J., & Scott, P. (2000). Children's thinking, learning, teaching and constructivism. I M. Monk & J. Osborne (Red.), *Good practice in science teaching* (ss. 41-55). Buckingham, England: Open University Press.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & Education*, 12(1), 91-113.
- Lemke, J. L. (1993). *Talking science*. Norwood, NJ: Ablex.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Leontév, A. N. (1981). The problem of activity in psychology. I J. V. Wersch (Red.), *The concept of activity in Soviet psychology* (ss. 37-71). Armonk, NY: M. E. Sharpe.
- Lidar, M., Lundqvist, E., & Östman, L. (2006). Teaching and learning in the science classroom. The interplay between teacher's epistemological moves and student's practical epistemology. *Science Education*, 90(1), 148-163.
- Ligorio, M. B., & van Veen, K. (2006). Constructing a successful cross-national virtual learning environment in primary and secondary education. *AACE Journal*, 14(2), 103-128.
- Lim, M., & Barton, A. C. (2006). Science learning and a sense of place in an urban middle school. *Cultural Studies of Science Education*, 1, 107-142.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P.-E., Erickson, G., & MacKinnon, A. (Red.). (2011). *Exploring the landscape of scientific literacy*. New York, NY: Routledge.
- Linell, P. (1992). The embeddedness of decontextualization in the context of social practices. I A. Heen-Wold (Red.), *The dialogical alternative: Towards a theory of language and mind* (ss. 253-272). Oslo: Scandinavian University Press.
- Ljung, B. (2009). *Museipedagogik och erfارande*. Stockholm: Stockholms universitet, Pedagogiska institutionen.
- Lundgren, U. P., Säljö, R., & Liberg, C. (Red.). (2010). *Lärande, skola, bildning*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Luria, A. R. (1961). *The role of speech in the regulation of normal and abnormal behaviour*. London: Pergamon.
- Luria, A. R. (1976). *Cognitive development: Its cultural and social foundation*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lövgren, L. (2009). *Everything has its processes, one could say: A longitudinal study following students' ideas about transformations of matter from age 7 to 16*. Malmö, Sweden: Malmö Studies in Educational Sciences.
- Macfie, D. (2002). *Vätgas och bränsleceller: Ny energi för världen*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Márquez, C., Izquierdo, M., & Espinet, M. (2006). Multimodal science teachers' discourse in modelling the water cycle. *Science Education*, 90(2), 202- 226.
- Matthews, M. R. (2007). Models in science and in science education: an introduction. *Science and Education*, 16, 647- 652.
- Matusov, E. (1998). When solo activity is not privileged: Participation and internalization models of development. *Human Development*, 41, 326-349.
- Meadows, A. (1993). *The child as thinker. The development and acquisition of cognition in childhood*. London: Routledge.

REFERENSER

- Mehan, H. (1979). *Learning lessons*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Mercer, C. D. (1991). *Students with learning disabilities*. New York, NY: Macmillan.
- Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge: talk amongst teachers and learners*. Clevedon, England: Multilingual Matters.
- Mercer, N., & Fisher, E. (1993). How do teachers help children to learn? An analysis of teachers' interventions in computer based activities. *Learning and Instruction*, 2(1), 339-355.
- Mercer, N., Dawes, R., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 367-385.
- Miller, P. (1993). *Theories of developmental psychology*. New York, NY: Freeman.
- Nelson, G. D. (2001). Choosing content that's worth knowing. *Educational Leadership*, 59(2), 12-16.
- Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinell study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.
- Orion, N. (2002). An earth systems curriculum development model. I V. J. Mayer (Red.), *Global science literacy* (ss. 159-168). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic.
- Pedhazur, E. J., & Schmelkin, L. P. (1991). *Measurement, design, and analysis: An integrated approach*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Piaget, J. (1951). *The child's conception of the world*. London: Granada (original publicerat 1929).
- Piaget, J. (1968). *Barnets själsliga utveckling*. Lund: Gleerups.
- Piaget, J. (1983). Piaget's theory. I P.H. Mussen & and W. Kessen (Red.), *Handbook of child psychology: Vol. 1. History, theory, and methods* (ss. 103-126). New York, NY: Wiley.
- Piaget, J. (1984). *Språk och tanke hos barnet*. Lund, Sverige: Gleerups.
- Piaget, J. (2000). Commentary on Vygotsky. *New Ideas in Psychology*, 18, 241-59.
- Pidwirny, M. (2006). "The hydrologic cycle". *Fundamentals of physical geography, (2nd Ed)*. Hämtad 2011-04-11 från: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8b.html>.
- Pramling Samuelsson, I., & Kaga, Y. (Red.).(2008). *The contribution of early childhood education to a sustainable society*. Paris: UNESCO.
- PROP 2008/09: 87. *Tydligare mål och kunskapskrav - nya läroplaner för skolan*. Regeringens proposition. Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- Reigeluth, C. M., & Stein, R. (1983). Elaboration theory. I C. M. Reigeluth (Red.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (ss.141-159). Hillsdale NJ: Erlbaum
- Robbins, J. (2003). Moving through understanding rather than to understanding: A sociocultural perspective on young childrens' conception of rain. *Journal of Australian Research in Early Childhood Education*, 10(1), 93-108.
- Robbins, J. (2005). Brown paper packages? A sociocultural perspective on young childrens' ideas in science. *Research in Science Education*, 35, 151-172.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Rogoff, B. (1995). Observing sociocultural activities in three planes: Participatory appropriation, guided participation, and apprenticeship. I J.V. Wertsch, P. del Rio, & A. Alvarez (Red.). *Sociocultural studies of mind* (ss. 139-164). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Rogoff, B. (1998). Cognition as a collaborative process. I W. Damon, D. Kuhn, & R. S. Siegler (Red.), *Handbook of child psychology* (ss. 679-729). Toronto, Canada: John Wiley & Sons.
- Roth, W.-M., & McGinn, M. K. (1998). Knowing, researching, and reporting science education: Lessons from science and teaching technology studies. *Journal of Research in Science Teaching* 35(2), 213-235.
- Roth, W.-M., McGinn, M.K., Woszczyzna, M., & Boutonné, S. (1999). Differential participation during science conversations: The interaction of focal artifacts, social configurations, and physical arrangements. *Journal of the Learning Sciences*, 8, 293-347.
- Schwab, J. J. (1964). The teaching of science as inquiry. I Schwab, J. J. & Brandwein, P. F. (Red.), *The teaching of science* (ss. 1-103). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap. Kommunikation, kontext och artefakt* (Linköping Studies in Education and Psychology No 67). Linköping: Linköpings Universitet.
- Seale, C. F. (1999). The quality of qualitative research. London: Sage.
- Shayer, M., & Adey, P. (1981). *Towards a science of science teaching. Cognitive development and cognitive demand*. London: Heinemann.
- Sheldrake, R. (2008). *Public understanding of science*. Oxford, UK: Oxford Magazine, Fifth week, Trinity Term.
- Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2001). The role of children's journals in elementary school science activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 43-69.
- Shotter, J. (1993). *Conversational realities. Constructing life through language*. London: Sage.
- Siraj-Blatchford, I., & Manni, L. (2008). Would you like to tidy up now? An analysis of adult questioning in the English Foundation Stage. *Early Years*, 28(1), 5-22.
- Sjöberg, S. (1979). *Naturfag i sökehyset*. Oslo: Tanum-Norli.
- Sjöberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning. En kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket (2009a). *TIMSS Advanced 2008*. Rapport Dnr 2009:336. Stockholm: Myndigheten för skolutveckling.
- Skolverket (2009b). *Skolverkets bild av utvecklingen av kunskapsresultaten i grundskolan och av elevers studiemiljö - redovisning av uppdrag att utarbeta ett sammanfattande underlag avseende utvecklingen av kunskapsresultaten i grundskolan*. Rapport Dnr 2008: 3010. Stockholm: Myndigheten för skolutveckling.
- Skolverket (2010). *Skolverkets lägesbedömning 2010, Del 2 – Bedömningar och slutsatser*. Rapport Dnr 2010:350. Stockholm: Myndigheten för skolutveckling.
- Skolverket (2011). Del ur Lgr 11: *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidsbarnet*. Stockholm: Myndigheten för skolutveckling. Hämtad 2011-08-17 från: www.Skolverket.se/skola.
- Solomon, J. (1994). The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19.
- Solomon, J. (1997). New science education research for the new Europe. *Studies in Science Education*, 29, 93-124.
- SOU (2003). *En hållbar framtid i sikte*. Statens offentliga utredningar (2003:31). Miljödepartementet.
- Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 371-413.

REFERENSER

- Stone, A. (1998). The metaphor of scaffolding: It's utility for the field of learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 3(4), 344-364.
- Säljö, R. (1995). Begreppsbildning som pedagogisk drog. *Utbildning och demokrati – tidskrift för didaktik och utbildningspolitik*, 4(1) 5-22.
- Säljö, R. (1996). Mental and physical artefacts in cognitive practices. I P. Reiman & H. Spada (Red.), *Learning in humans and machines* (ss. 284-324). Oxford, England: Pergamon/Elsevier.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken. Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Säljö, R. (2005). *Lärande och kulturella redskap. Om läroprocesser och det kollektiva minnet*. Stockholm: Norstedts.
- Säljö, R., & Bergqvist, K. (1997). Seeing the light. Discourse and practice in the optics lab. I L. Resnick, L. R. Säljö, C. Pontecorvo, C. & B. Burge, (Red.), *Discourse, tools and reasoning. Essays on situated cognition* (ss. 385-405). New York, NY: Springer.
- Tharp, R., & Gallimore, R. (1988). *Rousing minds to life: Teaching, learning and schooling in social context*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Thulin, S., & Pramling, N. (2009). Anthropomorphically speaking: On communication between teachers and children in early childhood biology education. *International Journal of Early Years Education*, 17(2), 137-150.
- Tudge, J. (1992). Vygotsky, the zone of proximal development, and peer collaboration: Implications for classroom practice. I L.C. Moll (Red.). *Vygotsky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology* (ss. 175-205). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Tytler, R., & Peterson, S. (2000). Deconstructing learning in science- Young children's responses to a classroom sequences on evaporation. *Research in Science Education*, 30(4), 339-355.
- Tytler, R., & Peterson, S. (2004). Young children learning about evaporation: A longitudinal perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology*, 4(1), 111-126.
- Tytler, R., & Prain, V. (2007). Representation and learning about evaporation. *Science Education research*, 237-248.
- Utbildningsdepartementet (2010). *Förskola i utveckling: bakgrund till ändringar i förskolans läroplan*. Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- VA-rapport (2004:2). *Lärarnas inställning till vetenskap och forskningsbaserad kunskap*. Stockholm: Föreningen Vetenskap & Allmänhet.
- van der Veer, R., & Valsiner, J. (1991). *Understanding Vygotsky: A quest for synthesis*. Oxford, England: Blackwell.
- van Zee, E. H., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D., & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversation about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 159-190.
- Vetenskapsrådet. (2011). God forskningssed. Vetenskapsrådets rapportserie 1:2011.
- Vetenskapsrådet. (2012). Forskningsetiska principer inom humanistisk samhällsvetenskaplig forskning, HSNR. Hämtad 2012-10-18 från: www.codex.vr.se.
- von Wright, G. H. (1971). *Explanation and understanding*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Viennot, L., & Ranson, S. (1999). Design and evaluation of a research based teaching sequence: The superposition of electric fields. *International Journal of Science Education*, 21(1), 1-16.

- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. I M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman (Red.), *Mind and society: The Development of Higher Psychological Processes* (ss. 79-91). Cambridge, England: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. (A. Kozulin, Trans.). Cambridge, MA: MIT Press. (Original publicerat 1934.)
- Vygotsky, L. S. (1987). Thinking and speech. (N. Minick, Trans.). I R. W. Rieber & A. S. Carton (Red.), *The collected works of L. S. Vygotsky, Vol. 1: Problems of general psychology* (ss. 39-285). New York, NY: Plenum.
- Wartofsky, M. W. (1979). *Models. Representation and the scientific understanding*. Dordrecht, the Netherlands: Reidel.
- Wartofsky, M. W. (1987). The liveliness of aesthetics. *Journal of Aesthetics and Art Criticism* 46, 211-218.
- Wells, G. (1994). The complementary contributions of Halliday and Vygotsky to a language-based theory of learning. *Linguistics and Education*, 6, 41-90.
- Wells, G. (1996). Using the tool-kit of discourse in the activity of learning and teaching. *Mind, Culture, and Activity*, 3(2), 74-99.
- Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Towards a sociocultural practice and theory of education*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Wells, G. (2008). Learning to use scientific concepts. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 329-350.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Wertsch, J. V. (1984). The zone of proximal development: Some conceptual issues. I B. Rogoff, & J. V. Wertsch (Red.), *Children's learning in the "zone of proximal development"* (pp. 7-18). San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1993). *Voices of the mind. A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wertsch, J.V. (1998). *Mind as action*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Wickman, P-O., & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86(5), 601-623.
- White, D. (Red.).(2003). Understanding our youngest scientific and technological thinkers: International development in early childhood science education. *Research in Science Education* 33, 399-404.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Child Psychiatry*, 17, 89-100.
- Yaroshevsky, M. (1989). *Lev Vygotsky*. Moscow: Progress Publishers.
- Zetterqvist, A., & Kärrqvist, C. (2007). *Naturvetenskap med yngre barn. En forskningsöversikt*. Göteborg: Göteborgs universitet, Interna rapporter 07:04.
- Zeyer, A., & Roth, W-M. (2009). A mirror of society: A discourse analytic study of 15- to 16-year-old Swiss students' talk about environment and environmental protection. *Cultural Studies of Science Education*, 4, 961-998.