

Submitted to the Faculty of Educational Science at Linköping University in partial fulfilment of the requirement for the degree of Doctorate of Philosophy

Studies in Science and Technology Education No 24

# Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner

– En studie om vilket meningsskapande år 7-elever kan erbjudas i möten med den laborativa verksamhetens instruktioner, artefakter och språk inom elementär ellära, samt om lärares didaktiska handlingsmönster i dessa möten.

*Gunilla Gunnarsson*

**Nationella forskarskolan i  
naturvetenskapernas och teknikens didaktik**

fontD



Linköpings Universitet, Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier,  
Norrköping, 2008

Studies in Science and Technology Education (FontD)

The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD, <http://www.isv.liu.se/fontd>, is hosted by the Department of Social and Welfare Studies and the Faculty of Educational Sciences (OSU) at Linköping University in collaboration with the Universities of Umeå, Karlstad, Linköping (host) and the University of Colleges of Malmö, Kristianstad, Kalmar, Mälardalen and The Stockholm Institute of Education. FontD publishes the series *Studies in Science and Technology Education*.

Distributed by:

The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD,  
Department of Social and Welfare Studies  
Linköping University  
S-601 74 Norrköping  
Sweden

Gunilla Gunnarsson (2008)

Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner

– En studie om vilket meningsskapande år 7-elever kan erbjudas i möten med den laborativa verksamhetens instruktioner, artefakter och språk inom elementär ellära, samt om lärares didaktiska handlingsmönster i dessa möten.

ISSN 1652-5051

ISBN: 978-91-7393-791-7

Copyright: Gunilla Gunnarsson

Printed by: LiU-tryck, Linköping University, Linköping, Sweden

## Abstract

This thesis studies students' encounters with school science language games within the framework of laboratory classroom activities in Elementary Electricity. The focus is on students' interaction with the teacher and with other students as well as with artefacts. The aim is to describe ongoing activities and instructions as well as student focusing in relation to the teacher's aims and also to elucidate the interactions appearing in students' encounters with a new language game in the form of new artefacts and new language usage, as well as the way the teacher can assist the students in their learning process during these encounters.

Three student groups from the Swedish comprehensive school year 7 and their teachers have been studied by observation *in situ*. The gathering of data has been done via field notes and video recordings made during approximately three weeks per group. One of the teachers was interviewed about the aims of the laboratory sessions. Classroom interactions in the form of talk and action have been analyzed as qualitative data.

The result shows that the aim of the laboratory sessions as expressed by the teacher in the interview – what the students were expected to learn from the various laboratory sessions – remained implicit to the students. Explicit to them, were, however, the descriptions in the laboratory instructions – the *doing* that was supposed to take place. The students followed the instructions very carefully which made them focus primarily on what should be done and how this should be presented. From the instruction can be seen that the students are supposed to learn inductively. In other words, by doing and observing they are supposed to understand why the result turns out the way it does. The lab instruction can be viewed as an interaction affordance by which the students act, which gives the instruction a great impact on what students focus on and actually learn. The study looks upon the laboratory equipment, i.e., the artefacts, as participants in the activity. The artefacts are theory-dependent, offering several different interaction affordances, depending both on their design and on the students' earlier experiences. This means that the interaction with artefacts creates learning differences for different students in different situations. It turns out that artefacts mediate in a more channelled and correct manner in the school science language game when students cooperate or obtain support from a more experienced person (student or teacher). Cooperation and talk, in other words, benefit the desired learning. The choice of artefacts together with their design has an impact on what students make meaning about. The encounter with scientific language usage and everyday language often leads to so-called *language game clashes*, the result of which may be that *distracting gaps* in the communication are noticed by one of the parties involved. These gaps may then distract students in their continued learning unless they are filled. Terms that are well known to students in the everyday language game but which obtain another meaning in the new scientific language game may, since the discrepancy is unclear to the student, be viewed as *gaps unnoticed so far*. In the thesis these gaps are interpreted as a lack of experience in a specific situation or even as a lack of support from a person who is more experienced in the situation; i.e., they are not looked upon as static misconceptions. Teacher support is required in various ways in student encounters with the school science language game. Teacher aid may either be described as *indirect*, when the teacher helps students to notice problems or gaps, i.e., *desirable gaps* in the situation, or as *direct*, when the teacher helps them to solve the problems they have noticed and thus to fill the gap with relevant relations. What is described is, in other words, the action pattern as an expression of the teacher's *didaktik finger-tip sensitivity* or as part of the teacher's Pedagogical Content Knowledge, PCK, or Pedagogical Context Knowledge, PCxK. Work with the analysis has developed the analysis method further. This had led to new analysis concepts (desirable gaps, distracting gaps, so far unnoticed gaps) for analyzing classroom talk, which may be regarded as a contribution to method development but also as a possibility to develop professional teacher language. The analysis concepts may, for example, be applied by teachers in didaktik self-analysis and in studies of didaktik action patterns among teachers as well as among peers.

## Sammanfattning

I avhandlingen studeras elevers möten med skolans naturvetenskapliga språkspel inom ramen för en laborativ klassrumsverksamhet i elementär ellära. Fokus är riktat mot elevers interaktion med läraren och andra elever, samt med artefakter. Syftet är att dels beskriva den pågående verksamheten och instruktionerna samt elevernas fokusering i förhållande till lärarens syften, dels att belysa de interaktioner som uppstår i elevernas möten med ett nytt språkspel i form av nya artefakter och ett nytt språkbruk, samt hur läraren kan bistå eleverna i deras läroprocess i dessa möten.

Tre elevgrupper i den svenska grundskolans år 7 och deras lärare har studerats *in situ* genom observation. Insamling av data har skett via fältanteckningar och videoinspelningar under ca tre veckor i vardera gruppen. En av lärarna intervjuades om syftena med laborationerna. Klassrumsinteraktionerna i form av samtal och handling har analyserats som kvalitativa data.

Resultatet visar att syftet med laborationerna som läraren uttryckte i intervjun – vad eleverna skulle *lära* av de olika laborationerna – förblev implicit för eleverna. Det som däremot var explicit för eleverna var det som beskrevs i laborationsinstruktionerna – vad som skulle *göras*. Eleverna var mycket noga med att följa instruktionerna och fokuserade därmed främst på vad som skulle göras och hur det skulle redovisas. Av instruktionen kan man se att eleverna förutsätts lära induktivt, dvs. genom att göra och observera antas de förstå varför resultatet blir som det blir. Laborationsinstruktionen kan ses som ett interaktionserbjudande som eleverna agerar efter, vilket gör att instruktionen har stor betydelse för vad eleverna fokuserar och lär. Laborationsutrustningen, artefakterna, ses i studien som deltagare i verksamheten. De är teoriberodande och ger upphov till flera olika interaktionserbjudanden beroende dels på design, dels på elevers tidigare erfarenheter. Det innebär att interaktionen med artefakter ger upphov till skillnader i lärandet för olika elever i olika situationer. Det visar sig att artefakterna medierar på ett mer kanaliserat och korrekt sätt enligt skolans naturvetenskapliga språkspel, då eleverna samarbetar eller får stöd från en mer erfaren person (elev eller lärare). Samarbete och samtal främjar med andra ord det önskade lärandet. Valet av artefakter och deras design får betydelse för vad eleverna skapar mening om. Mötet mellan det naturvetenskapliga språkbruket och vardagsspråket ger ofta upphov till s.k. språkspelskrockar, vilket t.ex. kan resultera i att *distraherande mellanrum* i kommunikationen uppmärksammas av den ena samtalsparten. Dessa mellanrum kan sedan distrahera elever i det fortsatta lärandet om de inte fylls. För eleven välkända termer i det vardagliga språkspellet, men med ny innebörd i det nya naturvetenskapliga språkspellet, vilket ej står klart för eleven, kan ses som *ännu ej uppmärksammade mellanrum*. Dessa mellanrum tolkas i avhandlingen som i situationen bristande erfarenhet eller t.o.m. bristande stöd från någon i situationen mer erfaren person, dvs. de ses inte som statiska "misconceptions". Läraren behövs som stöd på flera sätt i elevernas möten med skolans naturvetenskapliga språkspel. Lärarens hjälp kan beskrivas dels som *indirekt*, då läraren hjälper eleverna att uppmärksamma problem eller mellanrum, dvs. i situationen *önskvärda mellanrum*, dels som *direkt*, då läraren hjälper eleverna att lösa de uppmärksammade problemen och därmed att fylla mellanrummen med relevanta relationer. Det som beskrivs är med andra ord lärarens handlingsmönster som uttryck för lärarens didaktiska fingertoppskänsla, dvs. som en del av lärarens Pedagogical Content Knowledge, PCK, eller Pedagogical Context Knowledge, PCxK. Analysarbetet har vidareutvecklat analysmetoden. Detta har lett till nya analysbegrepp (önskvärda mellanrum, distraherande mellanrum, ännu ej uppmärksammade mellanrum) för analys av klassrumsamtal, vilket kan ses som ett bidrag till en metodutveckling, men också som en möjlighet att utveckla lärares yrkesspråk. Analysbegreppen kan t.ex. användas av lärare i didaktisk självanalys och i studier av didaktiska handlingsmönster såväl bland lärare som kamrater.

## Förord

Så var då avhandlingen äntligen klar!!! Det är lite svårt att vänja sig vid tanken. Det har varit en otroligt rolig och lärorik tid på många vis. Jag vill därför passa på att tacka alla som gjort detta arbete möjligt på olika sätt.

Den Nationella Forskarskolan i Naturvetenskapernas och Teknikens Didaktik, FoNTD, med stöttepelarna Helge Strömdahl och Lena Tibell i spetsen, har varit det självklara centrat för forskarutbildningen. Här har vi doktorander fått möjlighet att stöta och blöta våra idéer. Tack för alla givande kurser och trevliga konferenser som vi har fått möjlighet att delta i. Tack Anna Eriksson för god service och ditt alltid glada bemötande! Tack alla trevliga doktorandkollegor för alla roliga och inspirerande diskussioner! Ett särskilt tack vill jag ge till Mattias Lundin som också varit ett trevligt resällskap (bl.a. på flygresor med ”kapare” och ”svajande, nerfallande flygplan, där elektriciteten slutar fungera” osv.) och en mycket givande diskussionspartner i alla sammanhang. Hoppas på fortsatt samarbete! Tack Anna Tapola för alla glada tillrop! Tack också till NLU vid Högskolan i Kalmar och HSV som stått för finansieringen.

Tack till Per-Olof Wickman för hjälp och inspiration vid analysen i avhandlingsarbetet, särskilt kring den del som rör artefakter. Alltid glada och uppmuntrande Brita Cederblad ska också ha ett stort tack för att du läst och kommenterat i tid och otid vid flera tillfällen.

Det största tacket vill jag dock rikta till min huvudhandledare Helge Strömdahl!!! Tack för ditt tålamod och för att du har trott på mig och detta arbete! Du har varit mitt stora stöd! Du har verkligen visat mig på forskningens språkspel. Det är tack vare dig det blev något! Tack också för alla otaliga gånger som du har läst, kommenterat och diskuterat texten!

Tack till alla läsarna vid olika seminarier och speciellt till Andreas Redfors, som var diskutant vid 90-procentseminariet. Stort tack också till Jonte Bernhard för lusläsning och alla viktiga kommentarer på arbetet. Staffan Klintborg har gjort ett fantastiskt arbete genom att hjälpa mig med översättningarna till engelska. Tack, Staffan!

Ett stort och självklart tack vill jag också rikta till alla de lärare och elever som deltagit i studien. Tack också till Mattias Lundin, Margareta Olsson, Elisabeth Svensson och Mats Lindahl som vid olika tillfällen har hjälpt till vid observationerna.

Ett särskilt tack vill jag också rikta till alla "mina gamla" elever på Paradiskolan i Nybro och "mina" studenter på Högskolan i Kalmar som varit mina riktiga läromästare genom åren. Det var ni som fick mig intresserad av lärandets alla snirkliga vägar. Jag tackar även alla trevliga kollegor på dessa skolor för alla roliga och givande diskussioner.

Marie Svensson, min gamla gymnasiekamrat, har ställt upp som en syster för mig med allt från möbelflytt, borring (som tandläkare är det ju något du verkligen kan! Brrrr!) och skruvande till diskussioner om lärande, och framförallt har du korrekturläst. Du har också sett att jag behöver slita mig från skrivandet ibland och lurat ut mig på diverse trevligheter från bärplockning och fönsterrenoveringskurser till teater. Man kan inte nog uppskatta sådan gammal vänskap. Tack för all hjälp!

Jag vill också tacka mina föräldrar för allt stöd. Min pappa som gick bort under min gymnasietid, alldeles för tidigt, var den som visade hur roligt och spännande naturvetenskap och matematik är. Du var min läromästare och la grunden till detta arbete. Tack för allt! Det är så tråkigt att du inte får vara med nu. Jag vet att du skulle ha varit djupt engagerad i diskussioner kring detta arbete. Min mamma, som alltid gjort allt för mig är också värd den största eloge! Du har alltid varit steget före och tänkt på allt. Tack för all din omtanke genom åren! Tack också till släkt, goda grannar, "Räpplingeillet" och andra vänner, ingen nämnd och ingen glömd, för att ni haft förståelse för min stora "frånvaro" under denna tid. Nisse och Pelle, mina små charmtroll, tack för alla glada upptåg, bus och hyss!

Räpplinge gamla prästgård, augusti 2008

*Gunilla Gunnarsson*

# Innehåll

<b>Förord .....</b>	<b>5</b>
<b>Innehåll .....</b>	<b>7</b>
<b>1 INLEDNING OCH SYFTE .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Vad är didaktik?</b>	11
<b>1.2 Valet av forskningsområde - Elevers lärande om naturvetenskap</b>	12
<b>1.3 Avhandlingens övergripande syfte</b>	15
<b>1.4 Avhandlingens disposition</b>	16
<b>2 SKOLANS ELLÄRA UR ETT HISTORISKT PERSPEKTIV ....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Från naturfilosofi till naturvetenskap</b>	18
<b>2.2 Kort historik om elektricitet</b>	20
<b>2.3 Hur några elektriska fenomen beskrivits genom tiderna</b>	23
”Olika slags elektricitet”	23
Ledare och oledare/isolatorer	24
Elektricitetskällor, ström och spänning	25
Litteraturens mediering då och nu	27
<b>2.4 Undervisningens utformning – hur ellära har tänkts att realiseras i skolan</b>	31
<b>2.5 Sammanfattning</b>	33
<b>3 TIDIGARE STUDIER .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Ellära och lärande</b>	35
<b>3.2 Laborationer, deras syften och instruktioner</b>	36
<b>3.2.1 Syften med laborationer</b>	37
<b>3.2.2 Laborationsinstruktioner</b>	44
<b>3.2.3 Forskning om lärprocesser vid laborationer efterfrågas</b>	46
<b>3.3 Artefakter och lärande</b>	46
<b>3.3.1 Interaktion med artefakter - struktur</b>	46
<b>3.3.2 Interaktion med artefakter - lärandeinhåll</b>	47
<b>3.3.3 Forskning om artefakter och lärande efterfrågas</b>	48
<b>3.4 Språk/kommunikation och lärande</b>	49
<b>3.4.1 Kommunikationens struktur</b>	49
<b>3.4.2 Kommunikationens innehåll</b>	51
<b>3.4.3 Forskning kring språk/kommunikation och lärande efterfrågas</b>	54
<b>3.5 Lärarens roll för elevers lärande</b>	54

3.5.1	Läraren som auktoritet och vägledare	55
3.5.2	Lärares didaktiska kompetenser	58
3.5.3	Forskning kring lärares didaktiska kompetenser och didaktiska roll efterfrågas	60
3.6	Sammanfattning	60
<b>4</b>	<b>TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER .....</b>	<b>62</b>
4.1	Skolans naturvetenskapliga verksamhet i form av språkspel	62
4.1.1	Språkspel	63
4.1.2	Perspektivering	65
4.1.3	Interaktionserbjudande	69
4.1.4	Medierande verktyg	71
4.2	Lärprocesser i olika aspekter	73
4.2.1	Lärande som överföring av kunskap och värderingar	73
4.2.2	Lärande som deltagande i meningsskapande möten i sociala praktiker	73
4.3	Att studera lärprocesser	79
4.3.1	Lärprocessen in situ	79
4.3.2	Avhandlingens preciserade syfte	81
4.4	Sammanfattning	83
<b>5</b>	<b>METOD .....</b>	<b>85</b>
5.1	Mitt material – Studiens design	85
5.1.1	Datainsamlingen	85
5.1.2	Lektionernas genomförande	87
5.1.3	Databearbetning	88
5.2	Vetenskaplig kunskap	90
5.2.1	Människovetenskap och generaliserbarhet	91
5.2.2	Vilken sorts resultat kan föreliggande studie ge?	93
5.3	Forskningsetiska överväganden	93
5.4	Sammanfattning	94
<b>6</b>	<b>ANALYSMETOD .....</b>	<b>96</b>
6.1	Att analysera samtal och handling	96
6.2	Andra använda analysbegrepp	100
6.2.1	Interaktionserbjudanden	101
6.2.2	Kanaliserad och okanaliserad mediering	101
6.2.3	Frihetsgrader	101
6.2.4	Olika former av mellanrum och relationer	102
6.3	Sammanfattning	105
<b>7</b>	<b>LABORATIONSVERKSAMHETEN .....</b>	<b>106</b>
7.1	Laborationer i en elevaktiv verksamhet	106
7.1.1	Aktiva elever	106

7.1.2 Läraren i bakgrunden	107
7.1.3 Grupparbete	107
7.1.4 Naturvetenskaplig metodik	108
7.1.5 Verksamheten delas upp i teori och praktik	109
7.2 Syften med laborationerna i grupp B	110
7.2.1 Syfte med NO-undervisningen i allmänhet och ellära i synnerhet	111
7.2.2 Syften med laborationerna som genomfördes under elläraperioden	111
7.3 Laborationsinstruktioner	113
7.3.1 Instruktionens givare	113
7.3.2 Instruktionens utformning	114
7.3.3 Instruktionens innehåll	117
7.4 Elevers laborationsarbete utifrån laborationsinstruktionerna	118
7.4.1 Elevers fokusering under laborationerna	118
7.4.2 Elevernas resultatredovisning	136
7.5 Laborationsgenomgång efter laborationen	140
7.6 Sammanfattning	142
<b>8 ELEVERS MÖTEN MED ARTEFAKTER I ETT NATURVETENSKAPLIGT SPRÅKSPEL .....</b>	<b>145</b>
8.1 Om observationerna	145
8.1.1 Lärarens laborationsinstruktioner	146
8.1.2 Elevernas arbete	147
8.2 Analys av elevernas möten med artefakter	149
8.2.1 Möten med artefakter då eleverna kan gå vidare själva respektive behöver stöd och hjälp	149
8.2.2 Möten med artefakter då i språkspelet inkorrekta respektive korrekta relationer etableras	164
8.3 Sammanfattning	175
<b>9 ELEVERS MÖTEN MED ETT NATURVETENSKAPLIGT SPRÅKBRUK.....</b>	<b>178</b>
9.1 Analys av elevers möten med språkbruket inom skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära	178
9.2 Sammanfattning	192
<b>10 LÄRAREN SOM STÖD I ELEVERS MÖTEN MED SKOLANS NATURVETENSKAPLIGA SPRÅKSPEL .....</b>	<b>195</b>
10.1 Möten då läraren behövs	195
10.2 Lärarens stöd i elevers meningsskapande	202
10.3 Sammanfattning	212

<b>11 SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION.....</b>	<b>216</b>
<b>11.1 Laborationers syften och instruktioner samt elevers fokusering</b>	217
<b>11.2 Artefakter och lärande</b>	225
<b>11.3 Kommunikation och lärande</b>	231
<b>11.4 Lärares betydelse för elevers lärande</b>	238
<b>11.5 Utveckling av analysinstrumentet för klassrumssamtal – en utveckling av lärares yrkesspråk</b>	243
<b>11.6 Validitet - reliabilitet – tillämpbarhet</b>	247
<b>11.7 Implikationer</b>	249
<b>12 ENGLISH SUMMARY.....</b>	<b>253</b>
<b>Interactions in Laboratory Classroom Activities</b>	253
<b>12.1 Background and aims</b>	253
<b>12.2 Method</b>	260
<b>12.3 Analysis method</b>	260
<b>12.4 Results and discussion</b>	263
<b>LITTERATURLISTA.....</b>	<b>282</b>

# 1 INLEDNING OCH SYFTE

Denna avhandling är skriven inom ramen för Naturvetenskapernas Didaktik. Ett övergripande syfte med didaktik som vetenskap, dvs. med didaktisk forskning, är att ge lärare som professionella yrkesutövare, skolledare och politiker ett underlag att grunda beslut för skolverksamheten på vetenskaplig grund (Strömdahl, 2003). Intentionen med avhandlingen är att bidra till det fortgående kunskapsområdet om elevers lärande inom de naturvetenskapliga ämnena, i detta fall specifikt inom elementär ellära i grundskolans senare år, utifrån vad som erbjuds främst i anslutning till den laborativa verksamheten.

I detta inledande kapitel beskrivs kortfattat vad didaktik är, valet av forskningsområde, det övergripande syftet med avhandlingen samt hur avhandlingen är disponerad.

## 1.1 Vad är didaktik?

Ofta skiljer man på termerna undervisning och lärande på ett dualistiskt sätt. Men då undervisning implicit syftar till ett lärande kan man se på dessa båda termer som en helhet utifrån en verksamhet där både lärare och elever deltar och formar verksamheten och dess innehåll. Lärande däremot måste inte förutsätta en planerad undervisning. Lärande sker i stort sett hela tiden i vår interaktion med omvärlden. I denna avhandling fokuserar jag dock främst på det institutionella lärandet i grundskolan, där syftet med verksamheten är just lärande.

Didaktik betyder ursprungligen ungefär undervisningslära och beskriver därmed bl.a. konsten att undervisa, vilket Comenius redan 1657 redogjorde för i sin bok *Didactica Magna*. ”Konkret undervisning och samtal som arbetsform” var två viktiga principer i Comenius bok (Kroksmark, 1989/1998, s. 25). Kunskapsområdet har i dag utvecklats och vidgats, t.ex. har lärandeaspekten och innehållsaspekten tillkommit. Att tala om enbart undervisningskonst blir då en för snäv definition. Dessutom kan det uppfattas som att det endast finns *ett* bästa sätt att undervisa på, vilket inte är fallet (Kansanen, 1999). Istället handlar didaktik, enligt Sjøberg (2000, s. 27), om alla ”de värderingar som ligger bakom urval och strukturering av undervis-

ningens innehåll”. Man brukar tala om att didaktikens tre grundfrågor är: *Vad?*, *Hur?* och *Varför?* (Sjøberg, 2000). Selander (2001) hävdar dock att även frågorna *När?*, *Var?* och *För vem?* har betydelse för lärprocessen och därmed bör ingå i didaktikens frågeställningar. Ibland beskrivs *Vad?* som innehållet eller ämnesstoffet, och *Hur?* som en slags metod för undervisning. Men med utgångspunkt i bl.a. Östmans (1995) tal om följemeningar<sup>1</sup>, dvs. att mening skapas utifrån hur ämnet framställs, så utgör svaren på frågorna *Vad?* och *Hur?* tillsammans det innehåll som framställs. Dewey (1925/1958) använder termen *experience* i denna dubbelbottnade betydelse. Det är inte bara *vad* som görs, utan också *hur* detta görs, som avgör vad som erfars och upplevs eftersom det sker samtidigt i handling i ett möte, eller en situation.

Pedagogik beskrivs ibland som läran om undervisning och fostran. Didaktik skulle då kunna ses som en del av pedagogiken. Sjøberg (2000) beskriver de naturvetenskapliga ämnenas didaktik som en bro mellan naturvetenskap och pedagogik, där det krävs ett rejält brofäste inom såväl naturvetenskap som pedagogik. Om man ställer sig frågan *Vad är det lärare kan som inte alla andra kan?*, så skulle svaret kunna vara didaktik (jfr. Kroksmark, 1989/1998). Det är med andra ord didaktik som utgör en stor del av lärarprofessionens vetenskap, även om också andra delar som t.ex. ämneskunskaper och social kunskap ligger till grund för lärares yrkesprofession (Seel, 1999; Strömdahl, 1996).

Fokus för detta avhandlingsarbete i didaktik ligger på samspelet mellan undervisning och lärande. Jag försöker därmed studera lärprocessen ur ett helhetsperspektiv, då det många gånger visat sig att det som undervisningen är tänkt att erbjuda, dvs. lärarens syfte med undervisningen, inte alltid är vad eleverna lär (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005).

## 1.2 Valet av forskningsområde - Elevers lärande om naturvetenskap

Rapporter från t.ex. PISA (2003, 2006) och TIMSS (1996, 2003 [Skolverket, 2004]) visar hur svenska elevers kunskaper inom de naturvetenskapliga ämnena till viss del blir allt sämre i jämförelse med andra länder. Flera studier har gjorts som visar elevers lärande i förhållande till vad de borde kunna enligt skolans mål och undervisningens syften (se t.ex. Helldén, Lindahl

---

<sup>1</sup> Jfr. även *collateral learning* (Dewey, 1938/1998). Se vidare i kapitel 3 nedan.

& Redfors, 2005). Resultaten från dessa studier är ofta nedslående. Av tradition har forskningen hittills ofta gått ut på att beskriva skolverksamheten så ”som den borde vara snarare än så som den är” (Carlgren, 1999, s. 23), dvs. verksamheten beskrivs i normativa termer istället för i analytiska termer. I denna avhandling studeras elevers lärande<sup>2</sup> *in situ* i det autentiska klassrummet, dvs. det är läroprocessen som är i fokus för analysen. Enligt massmedia och didaktisk forskning som t.ex. Lindahl (2003) och ROSE-projektet<sup>3</sup> har intresset för att läsa vidare inom den naturvetenskapliga och tekniska banan i Sverige, och även i andra högt utvecklade länder, minskat på senare år. Enligt Schreiner (2006), som är delaktig i ROSE-projektet, kretsar elevernas intressen mer kring komplicerade och övergripande fenomen, sådant som de många gånger ser som mystiskt och spännande och som rör t.ex. dinosaurier, rymden och livets ursprung. Läroplanerna där emot förordar ett vardagsnära naturvetenskapligt innehåll, som t.ex. den lokala växtligheten, och hur mat produceras och konserveras. Skolans naturvetenskapliga innehåll kan då förmodas bli mer eller mindre ointressant för eleverna om de har andra förväntningar/önskemål. Andra studier (t.ex. Lindahl, 2003) har dock visat att det inte är det naturvetenskapliga innehållet i sig som eleverna anser vara svårt eller tråkigt. Det är snarare att undervisningen inte hjälper eleverna att se meningsfulla sammanhang, som gör att eleverna inte är lika intresserade av NO<sup>4</sup> som andra ämnen i skolan.

Eleverna förstår sällan meningen med att lära ett visst innehåll, göra en laboration eller vilken betydelse detta har i andra sammanhang och i deras egna liv. De får helt enkelt inte tillräcklig hjälp att se sammanhangen (a.a., s. 239).

Dysthe (2003e, s 39) hävdar att ”viljan att lära beror på upplevelsen av meningsfullhet”. Lindahls slutsats tillsammans med Dysthes påstående gör det därför intressant att närmare studera hur mening skapas på NO-lektioner i allmänhet och laborationer i synnerhet samt vilken hjälp eleverna kan få.

Läroplaner och andra styrdokument från hela 1900-talet och in på 2000-talet har genomgående utgått ifrån att naturvetenskapen är en i huvudsak experimentellt grundad vetenskap<sup>5</sup> (jfr. även Lunetta, Hofstein & Clough,

<sup>2</sup> Se kapitel 4, för avhandlingens beskrivning av lärande.

<sup>3</sup> ROSE = Relevance of Science Education. ROSE-projektet involverar mer än 40 länder, är initierat och leds av bl.a. professor Svein Sjøberg, Oslo Universitet, Norge.

<sup>4</sup> Benämningen NO (= naturorienterade ämnen) används i denna avhandling som en sammanfattande benämning för de naturvetenskapliga ämnena i grundskolan.

<sup>5</sup> Se även kapitel 2.

2007; Molander, 2003) och därmed hävdat att bl.a. experiment av olika slag är det kännetecknande för skolans naturvetenskapliga ämnen. Man framhåller att experiment är ett viktigt medel för att åskådliggöra naturvetenskapliga fenomen och teorier och därmed för att ge eleverna konkreta erfarenheter av dessa i syfte att lära och förstå naturvetenskap. Detta har fått genomslag även i skollitteraturen:

”I så stor utsträckning som möjligt bör undervisningen grundas på *omedelbar iakttagelse av naturen själv*, dess föremål och företeelser eller på *experiment*, utförda av lärjungarna själva eller av läraren, med eller utan lärjungarnas medverkan...”. (Berg & Lindén, 1947, ur förordet)

Lemke (1990), liksom flera andra forskare (t.ex. Yager, Johnson & Johnson, 1985; Säljö, Riesbeck & Wyndhamn, 2003; Eskilsson & Helldén, 2005), hävdar dessutom att det är viktigt att *tala om* vad som görs på laborationerna och om innehållet i laborationen. Redan Comenius (jfr. Kroksmark, 1989/1998) konstaterade som nämnts ovan att samtalet är viktigt för lärprocessen. Att studera klassrumskommunikationen i lärsituationer blir därför viktigt för att förstå dessa lärprocesser (se t.ex. Dysthe, 2003a; Evaldsson, Lindblad, Sahlström, & Bergqvist, 2001).

De rekommenderade arbetsätten i skolan, utifrån styrdokumentet och framförallt tolkningen av dem, har pendlat genom åren mellan ytterligheter som s.k. katederundervisning, eller förmedlingspedagogik, där ämnet står i centrum och eleverna bara passivt ska ”lära sig” t.ex. genom att memorera vad läraren säger, respektive s.k. undersökande arbete där eleven och dennes frågor står i centrum och där den aktive eleven själv t.ex. genom egna observationer ska ta reda på hur världen fungerar. Genom ”att göra” och genom att själva ”ställa frågor” så lär eleverna, har man resonerat, delvis inspirerat av Deweys tidigare arbeten (Kroksmark, 1989/1998). Att man hela tiden diskuterar och testar olika arbetssätt i skolan på detta sätt, tyder på att man känner till för lite kring elevers lärprocesser och de komplexa samspelesprocesser som det innebär (Dysthe, 2003d). Det är därför värdefullt att studera hur man arbetar i skolans naturvetenskapliga praktik med experiment/laborationer och hur mening skapas med hjälp av dessa, dvs. vilket lärande innehåll som erbjuds eleverna i de olika interaktionsprocesser som uppstår. Enligt Waltz (2004) är det vanligt att artefakter eller medierande resurser betraktas som objekt vis à vis subjekt, men istället bör artefakter ses som deltagare i verksamheten tillsammans med eleverna då de medverkar till upprättandet och bevarandet av den naturvetenskapliga verksamheten i klassrummet (jfr. Shapiro & Kirby, 1998). Elevernas interaktion

med artefakterna studeras därför också i denna avhandling med just denna utgångspunkt.

Frost (2003) efterlyser mer forskning kring bl.a. lärares sunda förnuft, *nous*, eller s.k. fingertoppskänsla, som kommer till uttryck i olika kontexter, dvs. lärares "situational understanding", men också kring "sources of authority for teacher leadership". Lunetta (1998) menar att forskningen angående hur lärare kan hjälpa till att gynna elevers s.k. konceptuella utveckling ännu bara påbörjats och att fortsatt forskning i ämnet därför är viktigt. I föreliggande studie analyseras bl.a. interaktionen mellan lärare och elever i elevers meningsskapande möten med skolans naturvetenskapliga verksamhet, där eleverna visar sig behöva stöd för att komma vidare, samt hur/på vilka sätt läraren kan hjälpa och stödja eleverna i dessa möten, dvs. hur lärarens s.k. fingertoppskänsla kommer till uttryck vid elevernas meningsskapande.

I denna avhandling är studiens innehåll begränsat till elevers möten med främst laborationer inom ett kunskapsområde, eller språkspel<sup>6</sup>, i detta fall exemplifierat av ellära. Tre undervisningsgrupper i grundskolans år 7 och deras lärare har följts och spelats in med hjälp av video och bandspelare under deras NO-lektioner om ellära i ca tre veckor vardera.

### 1.3 Avhandlingens övergripande syfte

Avhandlingen syftar till att belysa hur elevers lärprocess kommer till uttryck i deras möten med laborationer inom kunskapsområdet ellära i grundskolans år 7. Studien kan sägas vara explorativ, då den söker beskriva och analysera lärprocessen som den ter sig i elevers möten med ett för dem nytt kunskapsområde, eller språkspel, som jag nedan benämner det. Analysen handlar inte om att värdera elevers lärande utan om att *in situ* se och beskriva hur elever och lärare interagerar med varandra i meningsskapande processer. Det innebär att det är klassrumskommunikationen (inklusive handlingar) som studeras. Det som analyseras är lärarens syfte med laborationen och hur laborationsverksamheten kommer till uttryck utifrån laborationsinstruktionerna samt elevernas fokusering under laborationerna. En närmare analys av hur artefakter<sup>7</sup> och språk/kommunikation utgör delar i lärproces-

---

<sup>6</sup> Se beskrivning i kapitel 4.

<sup>7</sup> I Nationalencyklopedins Internetjänst, Ne.se beskrivs termen artefakt på följande sätt: "artefakt (lat. *a'рте fa'ctum* 'konstgjord'), av människohand fabricerat föremål, konstprodukt. Termen används bl.a. inom arkeologin som beteckning för redskap, verktyg, vapen, smycken m.m., ibland även för större konstruktioner såsom hus, gravar och bå-

sen och på vilket sätt de främjar eller hämmar lärandet görs för att klarlägga vad eleverna erbjuds och därmed har möjlighet att lära. I studien uppmärksammas också elevernas behov av läraren och på vilka sätt läraren kan stötta eleverna i deras lärprocess. Det använda analysverktyget<sup>8</sup> bidrar förhoppningsvis också till en utveckling av lärares yrkesspråk – det man kan tala om är också lättare att utveckla.

Det didaktiska området är komplext. Då jag ser lärprocessen som situationell och till stora delar kontingent är det näst intill omöjligt att göra anspråk på att vara nomotetisk och sträva efter lagbunden kunskap. Studien är därmed idiografisk, då jag försöker beskriva enskilda möten och utifrån det bl.a. försöker ge vägledning och stöd för den professionelle läraren för att underlätta att förstå och handla i liknande situationer, utan att göra anspråk på någon lagbundenhet.

## 1.4 Avhandlingens disposition

I detta första kapitel *Inledning och syfte* har jag gett en övergripande bakgrund till syftet med avhandlingen samt beskrivit detta kortfattat. Studien avser att belysa elevers interaktioner i laborativt arbete i deras möte med ett nytt språkspel. I detta fall tas skolans språkspel om ellära i grundskolans år 7 som exempel. Kapitel 2, *Skolans ellära ur ett historiskt perspektiv*, är tänkt att ge en bakgrund och sätta in läsaren i den ellära-kontext som berörs i studien. Inledningsvis ges i kapitlet en kort presentation av hur naturvetenskapen växt fram. Därefter ges en kort historik om ellära samt en kort framställning av hur man i litteraturen<sup>9</sup> (uppslagsverk och läroböcker) från 1800-talet och framåt beskrivit några av de begrepp och fenomen inom detta kunskapsområde som man idag tar upp i skolan. I samma kapitel beskriver jag också kortfattat hur grundskolans kursplaner från Lgr 62 (Kungl. Skolöverstyrelsen, 1962) och framåt behandlat ämnet ellära.

Några *Tidigare studier* kring elevers lärande inom ellära, om laborationer, om hur artefakter och språk/kommunikation kan främja eller hämma elevers lärande samt om lärarens betydelse för elevers lärande beskrivs i kapitel 3. *Mina Teoretiska utgångspunkter* presenterar jag i kapitel 4.

---

tar”. Med termen artefakt eller medierande verktyg förstås i denna avhandling ”föremål” som är tillverkade av människor och/eller används av människor i ett visst syfte, t.ex. voltmeter, tabell, saltlösning, metallbleck använda som elektroder, osv.

<sup>8</sup> Se kapitel 6.

<sup>9</sup> Jag har i min studie inte undersökt hur elever och lärare använder litteraturen.

I kapitel 5, *Metod*, beskrivs dels mitt material och hur datainsamlingen gått till, dels på vilket sätt denna studie kan beskrivas som vetenskaplig, generaliserbar och forskningsetiskt genomförd. Hur materialet har analyserats beskrivs i kapitel 6, *Analysmetod*.

I det inledande resultatkapitlet, kapitel 7, beskrivs den studerade *Laborationsverksamheten*. När man studerar närmare vad eleverna fokuserar på under ett experiment rör det sig om flera saker. Det som främst fokuseras angående laborationerna i ellära i denna studie har med instruktionerna eller utförandet, utrustningen (artefakterna) och språket att göra. Därför följer i kapitel 8 och 9 en beskrivning av *Elevens möten med artefakter i ett naturvetenskapligt språkspel* respektive *Elevens möten med ett naturvetenskapligt språkbruk* i elevens meningsskapande om elektricitet. Läraren visar sig då vara viktig för att hjälpa eleverna att tolka och hantera såväl artefakterna som det naturvetenskapliga språket som används i skolans naturvetenskapliga verksamhet inom kunskapsområdet om elektricitet. *Läraren som stöd i elevens möten med skolans naturvetenskapliga språkspel* beskrivs därför närmre i kapitel 10. I kapitel 11 *Sammanfattning och Diskussion* görs sedan dels en sammanfattning om vad eleverna erbjuds och vad de därmed har möjlighet att lära i den beskrivna laborationsverksamheten inom elementär ellära, dels förs en diskussion kring studiens resultat. Avslutningsvis ges en kort sammanfattning på engelska i kapitel 12, *English summary*.

## 2 SKOLANS ELLÄRA UR ETT HISTORISKT PERSPEKTIV

Cole (1996) framhåller vikten av att studera det historiska sammanhanget för att förstå den kulturella kontexten som människor handlar utifrån – t.ex. lärare och elever i skolan. Eftersom avhandlingens övergripande syfte är att studera hur interaktion och kommunikation i mötet med ett nytt språkspel, exemplifierat av kunskapsområdet elektricitet, kan se ut i dagens skola, blir det intressant att studera hur några av de behandlade elektriska fenomenen beskrivits genom tiderna. Detta kapitel inleds med en kort historik kring naturvetenskapens framväxt i allmänhet, följt av en kort historisk tillbakablick inom kunskapsområdet ellära. Därefter görs några nedhopp dels i bildningslitteraturen (uppslagsböcker och läroböcker) från slutet av 1800-talet fram till våra dagar, dels i de styrdokument som använts under denna tid i skolan. Syftet är alltså att ge en tillbakablick på dels hur några av de fenomen som idag tas upp inom grundläggande elektricitetslära i grundskolans senare år har beskrivits och talats om genom tiderna, dels hur detta innehåll har varit tänkt att realiseras i skolan under det senaste seklet.

### 2.1 Från naturfilosofi till naturvetenskap

Människan är en kommunicerande varelse. Men eftersom en ”direkt kommunikation mellan själar är omöjlig” (Vygotsky, 1934/1999, s. 38) så måste ett medierande verktyg användas för att kommunikationen ska bli möjlig att utföra. Språkets primära funktion är enligt Vygotsky just denna medierande funktion i kommunikationen. Även Dewey (1925/1958, s. 186) talar om språket som ”the tool of tools”. Men för att en kommunikation ska vara möjlig behöver man vara överens om vad vissa saker står för<sup>10</sup>, för att göra det möjligt att förstå varandra. Kanske har detta varit en drivande kraft i människans ständiga försök att utforska, benämna, sortera och beskriva sin omgivning, vilket redan de gamla naturfilosoferande grekerna, gjorde (och kanske andra före dem).

---

<sup>10</sup> Jfr. Wittgensteins (1953/1996; 1969/1992) tal om att vissa saker måste ”stå fast”, vilket jag återkommer till i beskrivningen av analysmetoden nedan.

Intresset för och debatten om världens beskaffenhet (ontologi) har alltså funnits länge liksom resonemang angående vad man kan veta något om och vad det innebär att veta något (epistemologi). Ser man tillbaka med en vetenskapsteoretikers ögon, kan man säga att det var i och med den vetenskapliga revolutionen under 1400-1600-talen som den s.k. naturfilosofin alltmer övergick i naturvetenskap. Utvecklingen byggde på en motvilja mot metafysiska spekulationer och att man ville ha klara och entydiga definitioner. Det ledde till att man strävade efter objektiva mätmetoder för att vetenskapen skulle vara neutral och opolitisk. Man förutsatte med andra ord att det finns en neutral och eftersträvansvärd sanning, dvs. endast ett rätt och objektivt sätt att se på och beskriva naturen och världen - som om man kunde se världen genom ett allseende gudsöga. Ett drag som kännetecknar vetenskapens utveckling under den moderna<sup>11</sup> tiden, som följde i spåren av den vetenskapliga revolutionen, är experimentet, även om det till en början möttes med skepsis. Avspeglas verkligen verkligheten korrekt om man manipulerar med den i ett experiment? Så småningom accepterades dock experimenterandet. Man hade en materialistisk<sup>12</sup> syn på världen och en empiristisk kunskapssyn, dvs. det enda sättet att nå kunskap om världen var genom objektiv och induktiv sinnlig observation av densamma. Man strävade med andra ord efter att utifrån observationerna göra generaliseringar och finna lagar och regelbundenheter för hur världen (naturen såväl som människan) ser ut och fungerar. Teorierna skulle bygga på erfarenheter och iakttagelser. Comte förtydligade i början av 1800-talet detta vetenskapsideal och benämnde det positivism.

Så småningom började man ifrågasätta huruvida man kan göra objektiva observationer av såväl verkligheten som experiment med den. Det visade sig flera gånger att man behövde ha vetenskaplig erfarenhet för att göra de korrekta observationerna, dvs. att vad man kan observera beror på vilka teorier man utgår ifrån eftersom alla sinnesintryck måste tolkas. Så småningom visade det sig också att i den induktiva metoden ligger en paradox.

---

<sup>11</sup> Den moderna tiden brukar sägas börja ungefär på 1500-talet, bl.a. i och med den vetenskapliga revolutionen och sträcker sig fram till våra dagar (Molander, 2003). Enligt Hargreaves (1998) kunde man redan under 1970-talet se tecken på att modernitetens epok går mot sitt slut och att vi nu står inför en postmodern utmaning.

<sup>12</sup> Molander (2003, s. 81) beskriver materialismen som en uppfattning där universum endast består av materia och att lagarna för denna materia är givna. Vetenskaplig kunskap anses vara av kvantifierbar karaktär. Materialisterna befattar sig enbart med universums primära kvaliteter – det som kan mätas i utsträckning, temperatur eller vikt. Kvaliteter som färg, lukt osv., dvs. sådant som kan anses vara erfaret, räknas som sekundära kvaliteter och hör därmed inte hemma inom vetenskapen, enligt denna uppfattning.

Om kunskapen ska vara empirisk och enbart bygga på observerbara data kan man ju inte skapa teorier utifrån generaliseringar. Detta var några av orsakerna till att falsifikationismen under Poppers (se t.ex. Popper, 1997) ledning växte fram under 1900-talet. Metoden för att skapa kunskap blev därmed hypotetiskt deduktiv, dvs. man utgår då från en teori eller hypotes och testar den t.ex. genom experiment. Det innebär att teorin gäller tills den blir motbevisad. För att vara vetenskaplig måste teorin eller hypotesen kunna testas och därmed falsifieras, annars räknas den som pseudovetenskaplig. Naturvetenskapen har ofta ansetts arbeta enligt falsifikationismens principer (Molander, 2003).

Denna ovan nämnda strävan att vetenskapen ska vara objektiv har inneburit att man traditionellt i västvärlden ofta utgått ifrån att det finns en entydig och eftersträvansvärd sanning. Detta sätt att se på omvärlden har genomstrukturerat såväl forskning som undervisning långt in på 1900-talet. Det har gällt att ta reda på hur denna förmodat stabila värld är uppbyggd och sedan beskriva det på ett objektivt sätt. Sådana förgivettaganden har med andra ord medverkat till hur världen beskrivits inom naturvetenskapen, men även i undervisningen om naturvetenskapen. Man ska dock ha i åtanke att människor bara har systematiserat och beskrivit världen utifrån de forskningsresultat och de förgivettaganden man haft vid den specifika tidpunkten, vilket delvis framgår av nedanstående. Med Kuhn (1996) skulle man kunna säga att forskningen har gått framåt utifrån de spår, eller de paradig, som varit rådande vid tidpunkten i fråga.

## 2.2 Kort historik om elektricitet

I detta avsnitt ges en kort historisk tillbakablick kring hur kunskapsområdet ellära har utvecklats.

Redan under antiken la man märke till elektriska fenomen. Thales från Miletos i det forna Grekland lär på 600-talet f.Kr. ha känt till hur bärnsten kunde dra till sig damm och lätta fjun. Bärnsten fick därför det grekiska namnet *elektron*, vilket betyder ”dra till sig”. Därifrån kan sedan termer som elektricitet och elektrisk härledas (Ålund, 1873; Engström, 2000).

Af namnet elektron härledde man sedermera namnet på kraften sjelf och benämnde denna elektricitet samt de af henne framkallade fenomenen elektriska (Ålund, 1873, s. 338).

Under 1930-talet gjordes i Irak (forna Mesopotamien) arkeologiska fynd från ca 500 f. Kr. Dessa fynd bestod bland annat av märkliga lerkärl med olika metallrör som man tror har fungerat som ett slags batteri. Eventuellt kan de förgyllningar som hittats på juveler från denna tid vara gjorda på elektrokemisk väg med hjälp av sådana batterier (Kärrqvist, 1985).

Under naturvetenskapens framväxt har de elektriska fenomenen ytterligare studerats. Den ”nuvarande [= år 1873] elektricitetsläran”, menar Ålund (1873), har sin egentliga begynnelse i William Gilberts arbete *De magnetibus* utgiven i London år 1600. Gilbert gjorde i denna skrift ”en rikhaltig förteckning på kroppar, hvilka genom gnidning blifva elektriska” (Ålund, 1873, s. 338). Han visade även med experiment hur bärnsten och t.ex. glas och diamant kunde dra till sig alla slags föremål, men endast under förutsättning att de gnidits. Han kunde därmed skilja detta fenomen från magnetismen. Magneter, vilka han konstaterade bestod av järn, behövde inte gnidas för att attrahera, men attraherade däremot endast vissa magnetiserbara föremål (Engström, 2000).

DuFay beskrev sedan på 1730-talet att föremål vid gnidning erhöll *olika* slags elektricitet, som han kallade glas- och hartselektricitet.

Glas- och hartselektriciteterna äro sinsemellan olika. På det vetenskapliga språket<sup>13</sup> kallas den förra positiv, den senare negativ elektricitet (a.a., s. 340, min fotnot).

Fram till 1700-talet hade man främst ägnat sig åt att studera ämnen som genom gnidning blir elektriska. I boken *Uppfinningarna* (1926) beskrivs hur Stephan Gray på 1700-talet upptäckte ”att elektriciteten kunde ledas av vissa ämnen ... Till ledarna räknas metaller, människokroppen, jorden m.m.” (a.a., s. 167). Studier gjordes på många håll för att ladda upp föremål för att sedan kunna dra nytta av den urladdade elektriciteten. På 1750-talet beskrev Franklin elektricitet som ett slags materia eller fluidum. Ett föremål med överskott av detta fluidum var positivt laddat och ett föremål med underskott var negativt laddat (Kärrqvist, 1985). Franklin lyckades dessutom att med hjälp av drakar fånga och leda elektricitet från åskmoln till bestämda platser på marken där han kunde ladda kondensatorer. Han visade att de laddningar som fås ur åskmolnens blixtrar var av samma natur som de laddningar som erhöles genom gnidning av t.ex. bärnsten (Bergström & Forsling, 1995; Engström, 2000).

---

<sup>13</sup> Redan på 1800-talet talade man tydligen om ett speciellt vetenskapligt språk...

Ålund (1873) berättar om Galvani, som egentligen var anatomie professor i Bologna, vars hustru blivit sjuk och av läkaren blivit ordinerad en soppa på grodben. Galvani passade då på att göra några elektriska försök på grodorna för att studera elektricitetens inverkan på muskel- och nervfunktioner. Han menade att det i nerver och muskler alstrades ett speciellt "fluidum" liknande elektricitet, s.k. animalisk elektricitet<sup>14</sup> (McClellan & Dorn, 1999), som i hans experiment överfördes från nerverna till musklerna genom en metallisk ledning, så att grodkroppen på grund av urladdningen ryckte till. Volta (professor i Pisa) utvecklade Galvanis experiment och uppfann år 1800 en form av batteri, den s.k. Voltastapeln. Volta skapade en ny teori, där han i stället menade att det var kontakten mellan två olika metaller som alstrade elektriciteten. Till skillnad från att man tidigare fått elektricitet genom snabba urladdningar av uppladdade föremål, tycktes nu den nya elektricitetskällan vara oändlig. Ohm studerade sambandet mellan styrkan i batterier och den galvaniska strömmen och formulerade under 1820-talet Ohms lag som säger att strömstyrkan är direkt proportionell mot den elektromotoriska kraften och omvänt proportionell mot ledningsmotståndet,  $I = U/R$  (Bergström & Forsling, 1995).

Under 1820-talet fann Ørsted av en ren händelse, mitt under en föreläsning, att en magnetnål gjorde utslag när den kom i närheten av en strömförande ledare. Ampère studerade och beskrev därefter detta fenomen, att en elektrisk ström ger upphov till ett magnetfält, ytterligare. Även Faraday studerade induktionsströmmar. Han formulerade teorier om elektriska kraftfält och deras fältstyrka och byggde t.o.m. elektriska motorer som utnyttjade dessa principer.

Att ljusets utbredning sker i form av en vågrörelse beskrevs redan i slutet av 1600-talet av Huygens, vilket bl.a. gjorde att man antog att hela universum är fyllt av eter som dessa ljusvågor kan fortplanta sig i. Maxwell studerade dessa vågor och utarbetade en teori formulerad som Maxwells ekvationer kring 1870, där han bl.a. kunde relatera ljusvågor<sup>15</sup> till elektricitet och magnetism. H. Hertz kunde sedan under 1880-talet visa att elektromagnetisk strålning kan framställas genom svängningar av elektriska laddningar helt enligt Maxwells teorier. I slutet av 1890-talet påvisade så J. J. Thomson den partikel som gavs namnet elektron. Eterbegreppet, som redan Platon talade om, bestod under lång tid (ända in på 1900-talet) för att förklara de elektromagnetiska vågornas utbredning, trots att bl.a. A.A. Michel-

<sup>14</sup> Detta kom senare att kallas galvaniskt fluidum.

<sup>15</sup> Numera benämnt elektromagnetisk strålning.

son liksom Einstein kunde konstatera att dess existens inte var nödvändig (Bergström & Forsling, 1995).

Maxwells ekvationer har dock, trots sin genialitet, visat sig ha begränsad giltighet och användning i dagens kvantelektrodynamiska ljus (Engström, 2000). Att här redogöra för dessa senare teorier<sup>16</sup> ryms dock inte inom ramen för denna avhandling, som nedan endast behandlar vad som elever erbjuds inom grundläggande ellära i svenska grundskolans år 7.

### 2.3 Hur några elektriska fenomen beskrivits genom tiderna

Enligt det teoretiska perspektiv jag använder i föreliggande studie är språket ett viktigt medierande verktyg. Det innebär att hur man talar om något får betydelse för hur man förstår och uppfattar detta något. I detta avsnitt presenteras därför hur man genom tiderna talat om några av de grundläggande begreppen inom elläran.

#### *”Olika slags elektricitet”*

Ovan beskrevs hur DuFay talade om glas- och hartselektricitet som två olika slags elektricitet. Det har genom århundradena funnits många idéer om elektricitetens natur. Ålund (1873) skriver:

Man har på den senaste tiden gjort ganska många försök att närmare utröna elektricitetens natur. Flera olika åsikter äro derom uttalade. Nyligen har professor Edlund i Stockholm uppställt en teori för den samma, hvilken på ett tillfredsställande sätt förklarar de förnämsta hithörande fenomenen och genom sin enkelhet synes bära sanningens prägel. Han antager, att elektriciteten ej är någonting annat än eter, som finnes i verdensrymden och i alla kroppars mellanrum (porer) och genom hvars vibrationer ljuset och det strålande värmets fortplantas. En kropp som i normalt tillstånd innehåller en viss mängd eter, blir positivt elektrisk, om han upptager mera eter, negativt elektrisk, om en del af etern bortgår ifrån honom (a.a., s. 341-342).

I *Naturen 2 för folkskolans klasser 5 och 6* (Berg och Lindén, 1947) och i *Lärobok i fysik III, Elektricitetslära* (Bergholm, 1950) talas fortfarande om två slag av elektricitet, positiv och negativ. Paulsson, Nilsson, Karpsten och Axelsson (1996<sup>17</sup>) skiljer, i sin fysikbok för år 7, också mellan olika typer

<sup>16</sup> Se t.ex. Engström (2000) för en mer ingående förklaring.

<sup>17</sup> Den bok som används på skola A i föreliggande studie.

av elektricitet, men på ett annat sätt. Man börjar kapitlet om elektricitet med att ge exempel på vårt beroende av elektricitet för till exempel belysning och uppvärmning och nämner även de elektriska signaler som kommer till hjärnan respektive hjärtmuskeln. Sedan fortsätter man:

*En annan typ av elektricitet kan uppstå då du kammar dig. ... Om det är mörkt i rummet ser du att det bildas gnistor vid kammen. Gnistorna uppstår på liknande sätt som en blixtnedslåt bildas vid åskväder. I båda fallen är det frågan om **statisk elektricitet**. Den kallas även **gnidningselektricitet** (a.a., s. 51, fetstil i original, min kursivering).*

Även Ålund (1873) gör på sin tid denna indelning av olika former av elektricitet: den ”galvaniska strömmens verkningar äro, om också ej i kvalitativt, åtminstone i kvantitativt hänseende betydligt olika den vanliga elektriska gnistans...” (a.a., s. 373). I ett senare avsnitt talas om ”friktionselektricitet” och ”beröringselektricitet” (det senare syftande på galvanism; metallbleck som är i beröring/förenade till exempel med metalltråd [sladd]) (se nedan).

Undvall och Karlsson (1996<sup>18</sup>) benämner inte, i sin stadiebok i fysik för grundskolans senare år, fenomenet gnidningselektricitet, men förklarar begreppet elektriska laddningar på ett något annorlunda sätt i ett senare kapitel i stadieboken:

Elektrisk laddning i sig är inget annat än ett uttryck för en av naturens egenskaper. Att fysikerna har valt att namnge laddningar som positiva eller negativa grundar sig på ett behov av att ge namn åt två egenskaper som kan ta ut varandra. Att ange partiklarna som antingen höger- eller vänsterladdade skulle fungera lika bra (a.a., s. 143).

### *Ledare och oledare/isolatorer*

Att olika material ”leder” elektricitet mer eller mindre bra, dvs. har olika resistivitet (”motståndsförmåga”) och därmed olika konduktivitet (ledningsförmåga), har kommenterats på olika sätt genom åren. Ålund (1873) skriver:

Elektriciteten utbreder sig med utomordentlig lätthet i vissa kroppar och kan genom dessa, hvilka äfven kallas ledare, bortledas till huru långt aflägsna ställen som helst. Andra kroppar deremot finnas, hvilka hindra elektricitetens rörelse, ... oledare eller isolatorer (a.a., s. 342).

---

<sup>18</sup> Den bok som används på skola B i föreliggande studie.

Samma fenomen beskriver Berg och Lindén (1947) som att metaller

leda elektriciteten hastigt; de sägas vara goda ledare för elektricitet. Lack och glas leda elektriciteten mycket långsamt; de sägas därför vara dåliga ledare (eller oledare) (a.a. s. 204).

Bergholm (1950) liksom Paulsson m.fl. (1996) skriver istället om goda ledare respektive goda isolatorer. Medan Undvall och Karlsson (1996) talar om ledare med mer eller mindre resistans, det vill säga som gör mer eller mindre motstånd. Samma fenomen kan med andra ord beskrivas på olika sätt.

### *Elektricitetskällor, ström och spänning*

Volta tillverkade batterier i form av en stapel, Voltas stapel, bestående av metallbleck och saltindränkt papper eller väv staplade på varandra. Han

antog, att det neutrala elektriska fluidet sönderdelas vid beröringsstället, då den positiva elektriciteten strömmar till den ena, den negativa till den andra metallen. Då denna elektricitetsutveckling och strömning sker utan afbrott, kallas hela processen galvanisk ström (Ålund, 1873, s. 367-368).

I citatet ovan ser man hur termen ström kan härledas från att ”elektriciteten strömmar”. För att framkalla denna elektriska ström, även omnämnd som ”beröringselektricitet” (se ovan), behövs, skriver Ålund (1873), förutom två olika metaller,

äfven en fuktig ledare, hvilken står i beröring med dem båda; denna är nödvändig, och sannolikt åtskiljas ej elektriciteterna på det ställe der metallerna beröra hvarandra [som Volta påstått], utan på beröringsytan mellan dem och vätskan ... Den kraft, som vid beröringsstället åtskiljer elektriciteterna, har man kallat elektromotorisk kraft, utan att man dock kan anses fullständigt känna hennes natur ... den positiva [”elektriciteten”] samlar sig på kopparen, den negativa på zinken; vid beröringsstället förena de sig med hvarandra. I samma mån som föreningen eger rum, utvecklar sig åter elektricitet i vätskan och strömmar på samma sätt till beröringsstället (a.a., s. 368-369) (mina understrykningar, som kommenteras nedan).

Berg och Lindén (1947) tar exemplet kol och zink i svavelsyra och beskriver funktionen hos ett galvaniskt element på följande sätt:

Då kolet och zinken komma i beröring med syran, bli de olika i elektriskt avseende. De sägas få olika *elektrisk spänning*; kolet har en *högre* elektrisk spänning, zinken en *lägre*. När kolet och zinken förenas medelst metalltrå-

den, 'strömmar' därför elektricitet från kolet genom metalltråden till zinken. I tråden uppstår, säger man, en *elektrisk ström* (a.a., s. 208) (mina understrykningar, som kommenteras nedan).

Almquist och Otterborg (1907) beskriver också hur ström uppstår, men även vilken riktning den har:

Då poltrådarna sätts i förbindelse, uppstår ström; negativ elektricitet strömmar i ena riktningen, positiv i den andra. När man talar om strömmens riktning, menar man alltid den positiva (a.a., s. 14) (mina understrykningar, som kommenteras nedan).

Den elektriska strömmens riktning beskrivs även av Ålund (1873):

Man har öfverenskommit att angifva den elektriska strömmens riktning efter den positiva strömmens; man säger alltså här, att strömmen rör sig inom vätskan från zinken till kopparen, men utom henne tvärtom (a.a., s. 369).

I Paulsson m.fl. (1996, s. 53) beskrivs elektrisk ström som "en ström av elektroner", men riktningen omnämns inte.

Ålund (1873, s. 368) beskriver även den "elektriska spänningskedjan" och dess utformning som är beroende av att "den elektricitetsalstrande, den elektromotoriska kraften [ej är] lika stor hos alla ... ledande kroppar".

Enligt Bergholm (1950) är "spänning" ett kortare ord som ofta används i stället för "potentialskillnaden" mellan två punkter (C och B), vilket i sin tur förklaras på följande sätt:

Om en positiv elektrisk laddning har större potentiell energi i C än i B, säger man, att den elektriska potentialen är högre i C än i B. Potentialskillnaden mellan C och B är arbetet att föra en positiv enhetsladdning från B till C (a.a., s. 23).

I *Handledning för demonstrationsförsök* från 1955, talar Lindholm i stället om "spänningsskillnaden" mellan elektroderna koppar och zink och kallar det elementets polspänning. Lindholm liknar polspänningen vid trycket i en vattenledning:

Ju högre trycket är, desto mera vatten kan pressas fram genom rörledningarna på en viss tid. Ju högre ett elements polspänning är, desto mera ström (högre strömstyrka) kan passera en ledningstråd som kopplas mellan ele-

mentets elektroder ... *Spänningen* är alltså ett uttryck för förmåga att alstra *elektrisk ström* (a.a., s. 21).

Den elektriska spänningen förklaras av Undvall och Karlsson (1996) som ”ett mått på hur många laddningar det finns [i till exempel ett batteri], och den mäts i enheten volt (V)” (a.a., s. 14). Medan Paulsson m.fl. (1996) förklarar spänningen som ”ett mått på batteriets förmåga att driva fram elektronerna i strömkretsen” (a.a., s. 53).

### *Litteraturens mediering då och nu*

Genom att studera äldre litteratur kan man se hur flera ord och uttryck (ibland i form av metaforer<sup>19</sup> och analogier<sup>20</sup>) i det elektriska språkspelet växt fram och ibland fått en annan innebörd. Ordet ”kontakt”, till exempel, är tydligen nytt åtminstone i elektriska sammanhang i slutet på 1800- och början på 1900-talet. Almquist och Otterborg (1907), men även andra tidigare författare visar detta: ”Zink blir *i beröring eller, som man säger, kontakt* med svavelsyra...” (a.a., s. 14, min kursivering). I senare litteratur används detta ord utan några anmärkningar (se t.ex. citatet ur Undvall & Karlsson (1996) nedan). Andra uttryck för samma sak, men som idag används mer sällan i detta sammanhang, är de understrukna orden *förening*, *beröring*, och *förbindelse* i citaten från Ålund (1873), Berg och Lindén (1947) respektive Almquist och Otterborg (1907) ovan.

En del benämningar och uttryck har försvunnit i litteraturen genom åren, till exempel *positiv* och *negativ elektricitet*. Nu talar man istället om positiv och negativ laddning i liknande sammanhang. Man kan även se hur ord ändrar form. Tidigare talade man om att elektricitet *strömmade* fram som ett fluidum. Med tiden blev detta uttryck substantiverat till just en *ström/strömmen*. Ordet ström är med andra ord en metafor i sig själv (Sjøberg, 2000). Liknelsen med en vattenström används ofta även för att förklara spänning/spänningsskillnad (se till exempel Lindholm [1955] ovan). Risken med analogier av detta slag är att de kan tas bokstavligt (strömmen borde till exempel kunna rinna ut ur ledningen om den uppfattas som en tub...), i synnerhet som naturvetenskapen ibland beskrivs och uppfattas som att finna och stå för ”sanningen” (jämför till exempel Ålund [1873] ovan som menar att professor Edlunds teori ”synes bära *sanningens prägel*” [a.a., s. 341-342, min kursivering]).

---

<sup>19</sup> Bild(-ligt uttryck), liknelse

<sup>20</sup> Likhet, motsvarighet, parallell

Angående exempelvis ”spänning” ser man att det förekommer en snårskog av olika förklaringar (t.ex. analogier av olika slag) och även olika benämningar (spänningsskillnad, potential, potentialskillnad osv.). Det är skillnader mellan litteratur från olika tider, men även mellan litteratur från samma tid, som nämnts ovan (jfr. t.ex. Undvall & Karlsson [1996] och Paulsson m.fl. [1996]).

I takt med att forskningen gått framåt inom bl.a. atomfysiken har nya förklaringsmodeller för naturvetenskapliga begrepp som t.ex. laddning, spänning, ledningsförmåga och ström växt fram såväl inom det naturvetenskapliga språkspelet om elektricitet som inom skolans naturvetenskapliga språkspel om densamma. Dessutom har såväl läroplanerna som de tidigare läroverksstadgorna, lyft fram behovet av fysik med anknytning till elevernas vardag, s.k. vardagsfysik. De nyare förklaringsmodellerna presenteras dock inom skolans språkspel ofta parallellt med de äldre modellerna och sätten att förklara fenomenen på (jfr. tabell 2.1). För en expert som känner till helheten är det inga problem att se sambanden mellan olika modeller och sätten att uttala sig, men för en novis som bara ser de enskilda förklaringarna och modellerna kan det bli svårt att se hur det hela hänger ihop. Drechsler (2007) menar att kemiundervisningens användning av olika förklaringsmodeller för syror och baser, utan att förklara att de är just modeller, kan få konsekvenser för elevers lärande. På motsvarande sätt kan en blandning av de olika modellerna för vad elektricitet anses vara få konsekvenser för elevers lärande om elektricitet, om man inte visar hur de olika modellerna har använts och används och visar på sambanden mellan de olika modellerna. Med Marton och Booth (2000) skulle man kunna säga att eleverna behöver urskilja skillnader mellan de olika modellerna för att förstå vad de står för och att de är just modeller. I *Kursplaner för grundskolan* (Skolverket, 2000) betonas vikten av att anlägga ett historiskt perspektiv på kunskapens utveckling, vilket skulle kunna vara ett steg i denna riktning. Sjöberg och Ekstig (2005) har i läroboken *Fysik för grundskolans senare del* försökt att följa detta direktiv genom att beskriva hur de naturvetenskapliga begreppen kommit till historiskt sett.

Löfdahl (1987) presenterar i sin avhandling några olika perspektiv på elläran: klassiskt perspektiv, klassisk ansats med partiell atomär förklaring, klassisk ansats med fullständig atomär förklaring, atomärt perspektiv samt vardagsansats. Dessa olika perspektiv använder olika beskrivnings- eller definitionsmodeller för de naturvetenskapliga begreppen *laddning*, *spänning*, *ledningsförmåga* och *ström* (se tabell 2.1).

Tabell 2.1. I läromedel från 1900-talet har Löfdahl funnit hur olika perspektiv på ellära beskriver några olika begrepp (efter Löfdahl, 1987, s. 146-148).

Definition av begrepp	Klassiskt perspektiv	Klassisk ansats med partiell atomär <sup>a)</sup> förklaring	Klassisk ansats med fullständig atomär förklaring	Atomärt perspektiv	Vardagsansats
<b>Laddning</b> Klassisk definition: När ett föremål gnids, kan det få förmåga att dra till sig små papperslappar, tygbitar etc. Föremålet sägs vara elektriskt laddat. Man skiljer på två slags laddning, positiv respektive negativ laddning. Atomär definition: Atomen består innerst av en laddad kärna, vars laddning kallas positiv. Kring kärnan kretsar elektroner. Deras laddning sägs vara negativ. Atomen är utåt sett neutral, dvs. kärnans positiva laddning vägs upp av elektronernas laddningar. När ett föremål är positivt laddat har det underskott på elektroner. Ett negativt laddat föremål har överskott på elektroner.	Klassisk definition	Klassisk definition ev. i kombination med atomär definition.	Klassisk definition, men även atomär definition <sup>b)</sup>	Atomär definition, ev. i kombination med klassisk definition	Atomär definition, ev. i kombination med klassisk definition
<b>Spänning</b> Elektrostatisk definition: En spänning finns mellan två föremål med olika laddning. Elektrodynamisk definition: Strömmen (elektronerna) får rörelseenergi av spänningen. Ju större spänning, desto större energi (hastigare elektronrörelse).	Definieras antingen statiskt eller dynamiskt.	Definieras antingen statiskt eller dynamiskt.	Definieras antingen statiskt eller dynamiskt. (eller i en bok på båda sätten).	Definieras antingen statiskt eller dynamiskt. (eller på båda sätten). <sup>b)</sup>	Dynamisk definition
<b>Ledningsförmåga</b> Klassisk definition: En ledare kan transportera laddningar (ström, elektroner). Det kan inte en isolator. Atomär definition: I en ledare är vissa av atomernas yttre elektroner fria och bildar ledningselektroner. En isolator har alla elektroner hårt bundna.	Klassisk definition	Klassisk definition ev. i kombination med atomär definition.	Klassisk definition, men även atomär definition <sup>b)</sup>	Atomär definition, ev. i kombination med klassisk definition	Atomär definition, ev. i kombination med klassisk definition
<b>Ström</b> Klassisk definition: När laddningar transporteras genom en ledare, sägs en elektrisk ström flyta genom den. Atomär definition: I en metallisk ledare består strömmen av elektroner, som rör sig. (I en elektrolyt sker strömtransporten med positiva och negativa joner.) Vardagsdefinition: Ett ficklampsbatteri kan kopplas till en glödlampa och få den att lysa. Lampen lyser, eftersom en ström går genom den och gör glödråden varm.	Klassisk definition	Klassisk definition ev. i kombination med atomär definition.	Klassisk definition, men även atomär definition <sup>b)</sup>	Atomär definition, ev. i kombination med klassisk definition	Vardagsdefinition, och atomär definition, ev. i kombination med klassisk definition.

<sup>a)</sup> I denna framställning förklaras två av de tre begreppen Laddning, Ledningsförmåga och Ström också atomärt, men inte alla tre. De klassiska definitionerna av laddning och ledningsförmåga föregår i så fall de atomära förklaringarna. Ström definieras i en bok enbart klassiskt, i en bok först vardagsmässigt och sedan atomärt och i de övriga enbart atomärt (enligt Löfdahls studie av läromedel under 1900-talet).

<sup>b)</sup> Min tolkning.

I de läroböcker jag studerat kan man se att äldre litteratur många gånger inleder avsnittet om elektricitet<sup>21</sup> med den elektrokemiska ”elektricitetsalst-

<sup>21</sup> För den uppmärksamme läsaren kan fenomen som magnetism och induktion (och därmed växelström/spänning) tyckas saknas i sammanhanget, men det tas vanligen upp i ett eget avsnitt och ofta tas det inte upp i läroböcker förrän i år 8. Här har jag begränsat beskrivningen till att gälla de grundläggande elektricitetsbegreppen som behandlats under de lektioner jag studerat i år 7.

rande processen”. Det har försvunnit i senare litteratur<sup>22</sup>, men förekommer som fristående laboration i till exempel Paulsson et al. (1996). I likhet med Löfdahls studie, som avslutades 1987, kan man i läroböcker från t.ex. 1996 se hur elektricitetsavsnittet ofta inleds med till exempel elektriska kretsar, ström och batterier. Det tas för givet att dessa fenomen finns i elevernas vardag. Undvall och Karlsson (1996), vars bok användes på en av de skolor jag studerat (skola B), talar till exempel om hur det kommer sig att glödlampan i en ficklampa lyser:

[N]är man tänder ficklampan kommer batteriet i direkt kontakt med glödlampan. Den elektriska kretsen i ficklampan är därmed slutna. En elektrisk ström kan då ta sig runt i den slutna kretsen. Strömmen går från batteriet, genom plåtbitar inuti ficklampan till glödlampan, tillbaka till batteriet och sedan runt igen. Den elektriska strömmen tar sig fram med hjälp av små partiklar... (a.a., s. 13).

Paulsson et al. (1996), vars bok användes på den andra skolan (skola A) jag studerade, tar i inledningen i stället upp atomens byggnad eftersom man menar att för att förstå gnidningselektricitet ”måste vi känna till något om hur en atom är uppbyggd” (a.a., s. 51).

I inledningen till Sjöbergs och Ekstigs bok (2005) ges en historisk tillbakablick i en berättelse om hur Ørsted 1820 råkade komma på att det finns ett samband mellan elektricitet och magnetism. Därefter beskrivs hur Franklin på 1700-talet upptäckte att åskan är elektrisk – ett sätt att koppla (!) det vardagliga/kända till det historiska.

Av ovanstående ser man att det inte finns *ett* rätt, sant och givet sätt att se på elektricitet i alla tider och i alla kulturer, utan synen på elektricitet och vad det är har förändrats genom tiderna, dvs. det naturvetenskapliga språkspelet om elektricitet har förändrats, liksom skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet. I läromedel, som antas spegla skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet, har dock olika modeller och beskrivningar av dessa naturvetenskapliga fenomen många gånger blandats lite olyckligt och man har behållit metaforer och analogier utan att uttryckligen förklara skillnader och likheter mellan modellerna.

---

<sup>22</sup>Elektrokemiska processer tar man numera ofta upp i kunskapsområdet elektrokemi, vilket ofta behandlas i läroböcker för år 9.

## 2.4 Undervisningens utformning – hur ellära har tänkts att realiseras i skolan

Undervisningens utformning är, och har väl alltid varit, unik för respektive lärare, men vissa trender kan ses i styrdokumentens rekommendationer<sup>23</sup> och målbeskrivningar. Styrdokumentens innehåll baseras ofta på olika politiska händelser och de värderingar som är aktuella i samhället vid den tid de skrivs (Stensmo, 1994). Läroplanerna från 1962 och framåt, men även de tidigare styrdokumenterna, har alla förordat ett induktivt arbetssätt inom de naturvetenskapliga ämnena, dvs. att dra slutsatser utifrån det specifika (experiment) till allmänna regler (lagbundenheter)<sup>24</sup>. Men olika utbildningsfilosofier har dominerat vid olika tider, vilket gjort att det induktiva arbetssättet sett olika ut. Englund (1986/2005) beskriver hur läroplanerna har pendlat mellan kanske främst progressivism<sup>25</sup> (eleven i centrum) och essentialism<sup>26</sup> (ämnet i centrum). Enligt Cremin (1961) hade progressivismen sin storhetstid under första hälften av 1900-talet åtminstone inom det amerikanska skolväsendet. John Dewey<sup>27</sup> var en av huvudinspiratorerna för denna tidiga progressivism (Englund, 1986/2005). Även i Sverige hade man influerats av progressivismen, bl.a. genom Ellen Key<sup>28</sup> (Hartman & Lundgren, 1980). I 1946 års skolkommision förespråkade man en enhetsskola, som till innehållet kan beskrivas som essentialistisk (med akademiskt definierade läroämnen) och till formen som progressivistisk (aktivitetspedagogik). När sedan Sovjet sköt upp Sputnik 1957 slog man i USA om mot ett mer essentialistiskt ideal i kampen om den naturvetenskapligt tekniska tättplatsen. Och västvärlden följde efter – progressivismen var död, enligt Cremin (1961). Detta gav spår inom skolan världen över. Lgr 62 (Kungl. Skolöverstyrelsen, 1962) fick följaktligen en essentialistisk karaktär. Lgr 69 (Skolöverstyrel-

<sup>23</sup> I Lpo 94 (Utbildningsdepartementet, 1998) ges inga rekommendationer eller föreskrifter om vilka arbetsformer som ska förekomma i skolan. Endast vilka mål som bör uppnås beskrivs.

<sup>24</sup> Se Löfdahl, 1987, för en djupare diskussion om läroplaners och stadgors beskrivningar av fysikämnet.

<sup>25</sup> Progressivism, eller aktivitetspedagogik, kännetecknas av att fokusera eleverna som helhet och deras aktuella och framtida behov och intressen. Progressivismen präglas av ett undersökande arbete i elevvalda projekt och experiment, som ger eleverna direkta erfarenheter av naturen och samhället, istället för andrahandserfarenheter genom böcker eller lärares berättelser och förklaringar. Lärarens uppgift blir att stimulera och vägleda eleverna i deras aktiviteter.

<sup>26</sup> Essentialism kännetecknas av att fokusera ämnet, dvs. den vetenskapligt prövade kunskapen. Läraren förmedlar kunskapen.

<sup>27</sup> Dewey har själv tagit avstånd från en del tolkningar av sina texter. Se vidare kapitel 4 nedan.

<sup>28</sup> Key skrev bl.a. boken *Barnets århundrade*, som kom ut år 1900.

sen, 1969) var däremot mer progressivistisk, även om man försökte förena detta med essentialism. Både Lgr 69 (Skolöverstyrelsen, 1969) och Lgr 80 (Skolöverstyrelsen, 1980) förespråkar att undervisningen ska utgå från elevernas erfarenheter och intressen och vara ämnesövergripande – man talar om t.ex. NO-ämnet, projekt- och temastudier. Lgr 80 (a.a.) lyfter också fram det progressiva undersökande arbetssättet, delvis inspirerat av Piaget (se t.ex. Bergqvist & Säljö, 1994, för en kritik). I Lgr 80 (Skolöverstyrelsen, 1980) finns också en del rekonstruktivistiska<sup>29</sup> drag, då man betonar skolans roll angående framtidsfrågor i ett samhälle i förändring. Även denna utbildningsfilosofi är inspirerad av Dewey, menar Englund (1986/2005), främst från boken *Demokrati och utbildning* (1916/1999). Rekonstruktivismen tar med andra ord delvis avstamp i progressivismen. I Lpo 94 (Utbildningsdepartementet, 1998) återgår man till att tala om t.ex. biologi, fysik, kemi och teknik och om basfärdigheter inom respektive ämne, dvs. en mer essentialistisk karaktär återkommer<sup>30</sup>. Men betoningen i målen ligger numera på att ge insikter om naturvetenskapligt arbetssätt och att ge förståelse för att naturvetenskap är en mänsklig konstruktion, dvs. fokus ligger på naturvetenskapens natur.

De olika utbildningsfilosofierna kan också visa sig i läroböckernas beskrivningar. I den ovan nämnda litteraturen kan man ofta se att de bilder som förekommer i äldre litteratur (av naturliga skäl) ofta är tecknade i svartvitt. Eventuellt förekommer det något foto på någon upptäckare eller forskare. Teckningarna/bilderna fokuserar främst på materieluppställningen i ett experiment. Bildtexten är ofta utförlig om vad bilden föreställer, dvs. en essentialistisk karaktär. I nyare litteratur används ofta färgfotografier som föreställer olika användningsområden eller färgteckningar på materieluppställningar. Den eventuella bildtexten är ofta mindre utförlig och uppmanar många gånger läsaren att själv fundera på vad bilden visar. Det är med andra ord en mer progressivistisk hållning, där aktiva elever förutsätts skapa sin egen kunskap. Bilderna antas tydligen kunna tolkas på ett enda korrekt sätt och behöver därmed ingen djupare förklaring.

Likaså förklaras experimenten i äldre litteratur ofta ingående, både vad det gäller utförandet och vad resultatet blir, vilket kan tolkas som ett essentia-

---

<sup>29</sup> Rekonstruktivism kännetecknas av en strävan mot förändring av kulturen och samhället. Skolan skall vara framtidsinriktad med visioner om det goda samhället där bl.a. demokratins, jämlikhetens, miljöns och överlevnadsfrågornas problem fokuseras. Dialogen mellan lärare och elever samt elever emellan blir viktig.

<sup>30</sup> Se Englund (2005) för en fördjupad diskussion om utbildningsfilosofier inom svensk skola.

listiskt drag där ämnet står i centrum. I senare litteratur, om några experiment nämns över huvud taget, är kortare laborationsinstruktioner samlade på ett eget ställe före eller efter den s.k. teorin. Vad som händer, vad man kan "se", som Losee (2001) och Säljö och Bergqvist (1997) uttryckte det, får eleverna själva prova och ta reda på, vilket kan tolkas som progressivism eller aktivitetspedagogik. I vissa laborationsinstruktioner kan man ibland av följdfrågorna gissa sig till vad som händer, vad man bör "se". Säljö (2000) menar att vissa tolkningar av Piaget lett till uppfattningen att om eleverna bara får studera exempelvis ett experiment eller en bild (jfr. ovan) så konstruerar de automatiskt den lämpliga teorin om detta fenomen. Även en del tolkningar<sup>31</sup> av Dewey kan ligga bakom sådana uppfattningar. Förmodligen är det sådana tolkningar av Piaget och Dewey som bidragit till att progressivismen återkommit och påverkat laborationernas utseende och de minimala bildtexterna i senare litteratur.

Det är med andra ord inte bara forskningen om elektricitet som format innehållet i skolans språkspel om elektricitet. Man kan även se hur olika utbildningsfilosofier påverkat detta språkspel vid utformningen av läroböcker genom tiderna. Även tron på naturvetenskapens teorineutrala objektivitet vid observationer genomsyrar utformandet av uppgifter till experimenten.

## 2.5 Sammanfattning

För att ge en kort inblick i vad arbetsområdet ellära inom skolämnet fysik kan vara och hur det växt fram, har jag i det här kapitlet gett en kort historisk tillbakablick om hur naturvetenskapen respektive kunskapsområdet ellära växt fram. Jag har också gjort några nedhopp i bildningslitteratur (uppslagsböcker och läroböcker) från 1800-talets slut fram till våra dagar för att ge en inblick i hur man talat om några<sup>32</sup> elektriska fenomen det senaste århundradet. Man kan se att det naturvetenskapliga språkspelen om elektricitet har förändrats en hel del, medan läromedlen inom skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet fortfarande ibland använder sig av uttryck, metaforer och analogier från äldre modeller eller teorier. Många gånger blandar man olika sätt att tala om elektricitet utan att alltid visa på skillnader och likheter mellan de olika modellerna. För en novis kan det då bli svårt att tolka och förstå hur det hela hänger ihop. Kanske kan ett histo-

---

<sup>31</sup> Se kapitel 4 nedan.

<sup>32</sup> Dvs. de elektriska fenomen som tas upp i undervisningen i föreliggande studie.

riskt perspektiv hjälpa till att urskilja modellerna och på så sätt skapa en helhet för eleverna.

Innehållet i skolans lärandepraktik styrs av *vad* som tas upp, men även av *hur* det tas upp. Därför har jag även tittat på vilka rekommendationer styrdokumentet gett angående undervisningens utformning under det gångna seklet. Man kan se att läroplanernas/stadgornas utbildningsfilosofier varierat under denna period; från en s.k. Dewey-inspirerad progressivism (eleven i centrum) mer eller mindre blandat med essentialism (ämnet i centrum) i början av 1900-talet, via en renare essentialism under 1960-talet, och via en Piagetinspirerad progressivism under 1970-80-talet med vissa inslag av rekonstruktivism (utvecklad från den Deweyinspirerade progressivismen, med fokus på framtidsinriktning i ett samhälle i förändring) och tillbaka till mer essentialism i och med Lpo 94<sup>33</sup> (jfr. Stensmo, 1994; Englund, 1986/2005).

I nästa kapitel följer en kort presentation av några tidigare studier kring lärandeproblematiken främst inom skolans naturvetenskapliga laborationsverksamhet.

---

<sup>33</sup> I Lpo 94 (Utbildningsdepartementet, 1998) ges inga rekommendationer eller föreskrifter om vilka arbetsformer som ska förekomma i skolan. Endast vilka mål som bör uppnås beskrivs.

## 3 TIDIGARE STUDIER

I detta kapitel presenteras först kort några tidigare didaktiska studier kring lärande inom kunskapsområdet ellära. Därefter beskrivs några studier om laborationer deras syften och instruktioner, artefakter och lärande, språk/kommunikation och lärande, samt om lärarens roll för elevers lärande.

### 3.1 Ellära och lärande

Frågor kring elevers lärande inom de naturvetenskapliga kunskapsområdena har vanligen fokuserat på elevers idéer och förståelse av olika naturvetenskapliga fenomen och begrepp, s.k. begreppsförståelse, men även hur elevers begreppsförståelse förändras (conceptual change). Kunskapsområdet ellära är nog ett av de mest undersökta i naturvetenskapligt didaktiska sammanhang. Kanske beror det på att ellära ofta betraktas som svårt för eleverna att förstå. I Sverige har Andersson och Kärrqvist m.fl. (1979-1989) inom EKNA-projektet (EKNA = Elevtänkande och Kurskrav i högstadiets NATurvetenskapliga undervisning) studerat elevers tankar kring olika naturvetenskapliga fenomen och företeelser, däribland elkretsar av olika slag. Kärrqvist har dessutom i sin avhandling (1985) studerat elevers kunskapsutveckling inom ellära genom experimentcentrerade dialoger. Hon beskriver där bl.a. sex kvalitativt olika sätt på vilka elever förklarar hur den elektriska kretsen fungerar.

Internationellt har Pfundt och Duit (1994) och senare Duit (2003/2007, 2008) i bibliografier samlat studier med främst konstruktivistiska perspektiv, där bl.a. elevers tankar om och begreppsuppfattning om elektricitet beskrivs. Shipstone med kollegor (t.ex. 1984; 1988;) liksom Metioui, Brasard, Levasseur och Lavoie (t.ex. 1996) har i flera studier studerat elevers begreppsförståelse kring elektriska kretsar, t.ex. via enkätstudier. Även Asami, King och Monk (t.ex. 2000) har studerat elevers s.k. mentala modeller angående t.ex. elektriska kretsar.

Det är ofta enskilda elevers sätt att förklara olika elektriska fenomen som studeras. Många gånger visar dessa studier nedslående resultat. Man talar

om och beskriver elevers "misconceptions"<sup>34</sup> eller alternativa idéer om elektricitet och visar hur elever misslyckas att lära det som var tänkt att de skulle lära utifrån undervisningen i fråga. Engelhardt och Beichner (2003) har till och med utarbetat ett test som kan hjälpa till att bestämma vilka "misconceptions" som elever har inom vissa delar av kunskapsområdet el-lära. Resultaten handlar med andra ord ofta om elevers begreppsförståelse och mentala modeller (ofta beskrivna som något statiskt som eleverna bär med sig), som många gånger studeras i ett annat sammanhang än i klassrummet, och ofta utan artefakter eller andra medierande verktyg till hands. Studierna görs istället t.ex. via enkäter eller intervjuer. Med tanke på den tid det tagit att komma fram till alla dagens naturvetenskapliga teorier (jfr. Latour & Woolgar, 1986) och att de ständigt utvecklas, är det kanske förståeligt att eleverna inte alltid kan beskriva den rådande naturvetenskapliga uppfattningen om fenomenet i fråga, vilket man många gånger tycks förvänta sig.

De flesta studier kring elektricitet och lärande handlar om lärandeutfallet och mera sällan om själva läroprocessen. Redfors och Niedderer (2002) återanalyserar material från 1991 och studerar läroprocessen hos tre lärarstudenter som arbetar med ellaborationer under ledning av forskarna i studien från 1991 (Niedderer och Goldberg). Resultatet beskrivs som att de lärandes kognitiva system "is an association of co-existing models, i.e. that there are different layers of the cognitive system" (Abstract, a.a.). Det finns också en del studier som studerar elevernas lärande om elektricitet under arbetet med autentiska laborationer. Exempelvis Carter, Westbrook och Thomkins (1999) beskriver elevers förståelse om elektricitet utifrån arbetet med artefakter (laborationsutrustningen) som de hanterar under en laboration, vilket jag återkommer till under avsnitt 3.3 Artefakter och lärande.

## **3.2 Laborationer, deras syften och instruktioner**

I detta avsnitt redovisas några studier kring syften med laborationer, laborationsinstruktioner samt efterfrågan av forskning kring läroprocesser i den laborativa verksamheten.

---

<sup>34</sup> Jag återkommer till fenomenet/begreppet "misconceptions" bl.a. under avsnitt 3.4 Språk/kommunikation och lärande.

### 3.2.1 Syften med laborationer

Lindblad och Sahlström (1999) visar att lektioner på grundskolans högstadium genomförda under 1993 - 1995 innehöll betydligt mer av eget- och smågruppsarbete jämfört med material från lektioner genomförda 1973. Dvs. ett mer elevaktivt arbetssätt har tagit form under dessa årtionden<sup>35</sup>. Inom de naturvetenskapliga ämnena i skolan har dock, som tidigare nämnts, experiment<sup>36</sup> eller laborationer<sup>37</sup> använts som grupp- och enskilt arbete sedan länge i undervisningen. Hult (2000) beskriver t.ex. hur en Mr Armstrong i slutet på 1800-talet införde laborationer i Storbritanniens skolväsende i syfte att

de studerande skulle genomföra experiment<sup>38</sup> och inte enbart åse när någon annan gjorde det och experimenten skulle inte vara upplagda så att de bekräftade något redan inlärt utan snarare vara öppna till sin karaktär och behandla sådant som de studerande inte kunde. De skulle upptäcka på egen hand (a.a. s. 7, min fotnot).

---

<sup>35</sup> Jag har inte sett någon studie gjord på det, men kanske är det så att antalet elevlaborationer i grundskolan också ökat under perioden. Vissa skolor har s.k. 20-grupper (där t.ex. två 30-klasser delas i tre 20-grupper) i NO. Detta skulle kunna öka möjligheten till laborerande varje lektion (förutsatt att man har tillgång till lokaler och utrustning), jämfört med om det är 30-grupper i NO och laborationerna (i halvklass) är schemalagda till en gång varje eller varannan vecka, vilket också kan förekomma.

<sup>36</sup> Enligt Svenska Akademiens Ordbok på Internet kommer ordet "experimentera" från latinets *experiri* = pröva, försöka, erfara, men används även i betydelserna omsätta i verklighet; praktisera; utröna.

<sup>37</sup> Ordet "laborera" kommer enligt Svenska Akademiens Ordbok på Internet av latinets *laborare* = arbeta, och kan användas i betydelserna arbeta, bemöda sig, sträva; bearbeta, utarbeta, förfärdiga, författa; utföra experiment, framställa preparat; utöva verksamhet, verka, syssla med något; lida av något (t.ex. sjukdom), ha att dras med något.

<sup>38</sup> Hult (2000) skiljer på slutna och öppna laborationer. Den slutna laborationen kännetecknas av att det finns ett givet och rätt svar, liksom att läraren ofta är den som planerar laborationen och gett uppgiften. I den öppna laborationen behöver det däremot inte finnas något givet svar, och eleven får vara delaktig i såväl planering som genomförande. Hult menar att det endast är de öppna laborationerna som gör skäl för benämningen "experiment". Domin (1999) ger en review över laborationsinstruktioner där bl.a. öppna och slutna laborationer behandlas. Bernhard, Carstensen och Lindwall (2005) kritiserar denna terminologi och menar att den är ytlig och vilseledande. Deras studier kan nämligen, enligt dem, ses som öppna samtidigt som de kan beskrivas som *highly structured*. För en utförligare beskrivning av förhållandet mellan de engelska beteckningarna "practical work", "laboratory bench work" och "experiment" se Hodson (1988). För enkelhetens skull använder jag i detta arbete termen "laboration" när elever själva eller i grupp arbetar med el-artefakter i klassrummet. Ibland använder jag beteckningen "experiment" när jag syftar på försöket eller uppgiften som utförs. Elever och lärare i studien använder främst termerna experimentera och laborera/labba synonymt.

Hult (a.a.) beskriver vidare hur man i den s.k. Thomsonrapporten 1918 riktade kritik mot Armstrongs idéer och istället rekommenderade att eleverna skulle experimentera något mindre. Tid skulle istället läggas på att se sambandet mellan teori och experiment. Syftet med laborationer var att se teorin fungera i praktiken. Hult (a.a.) hävdar att dessa två perspektiv på laborationer kan ses än idag, där Thomsonrapporten motsvarar den s.k. traditionella undervisningen kring experiment/laborationer, medan Armstrongs idéer är jämförbara med, vad Hult benämner, reformpedagogisk-vetenskapsorienterad undervisning.

I Sverige har laborationer ansetts vara en viktig del inom den naturvetenskapliga undervisningen, vilket kan ses i t.ex. läroplaner och andra styrdokument från hela 1900-talet. Många lärare tycks dock se ”aktiviteten som ett mål i sig” (Hult, 2000, s. 38). Men det finns många argument för att laborationer ska användas i skolans naturvetenskapliga undervisning. Welzel, Haller, Bandiera, Hammelev, Koumaras, Niedderer, Paulsen, Robinault och von Aufschnaiter (1998) har i ett europeiskt samarbete, *Labwork in science education*, bl.a. studerat lärares syften med laborationer i några europeiska länder. Enligt deras studie är ett av de främsta skälen till att laborera att eleverna ska koppla teori och praktik. Hult (2000) försöker sammanfatta argumenten från några författare och forskare under de senaste decennierna i följande sju punkter:

1. Laborationen kan vara ett komplement till teorin, den kan visa tillämpningen av en teori och den kan ge studenterna en känsla för fenomenet
2. Laborationen hjälper studenterna att utveckla en analytisk och kritisk förmåga och en förmåga att formulera mål
3. Laborationen hjälper studenterna till ett meningsfullt lärande dels genom att fler sinnen används vid lärandet dels för att de genom laborationen bättre ser vilka inlärningsbehov de har
4. Laborationen underlättar förståelsen för vetenskapligt arbete, d v s den process genom vilken vetenskaplig kunskapsproduktion [åstadkoms]
5. Laborationen ger möjlighet att se och pröva tekniker som används vid vetenskapligt arbete och därvid erhåller studenterna en färdighet och vana (=hantverksskicklighet<sup>39</sup>)
6. Laborationen hjälper till att göra studenterna motiverade för teknisk-naturvetenskapliga studier
7. Laborationen är ett lämpligt instrument för att utveckla den sociala kompetensen och den kommunikativa förmågan (Hult, 2000, s. 15).

---

<sup>39</sup> Min kommentar.

White (1996), liksom Hult (2000), hävdar att punkterna 2 och 7 ovan inte med nödvändighet måste tränas med hjälp av just laborationer utan kan utvecklas på ett effektivare sätt i andra arbetsformer. Efter en genomgång av vad som egentligen menas med syftena ovan konstaterar dock Hult (a.a.) att det enda syfte som med säkerhet kan nås med hjälp av laborationer är utvecklingen av hantverksskicklighet.

Wellington (1998) har i studier om lärares syften med laborationer (i Storbritannien) funnit tre huvudinriktningar för lärares målsättning med laborationer (vilket kan ses som en kondensering av ovanstående syften):

- a) *cognitive arguments*, förståelseargument, dvs. laborationer anses bidra till en ökad förståelse av teorier och därmed ge ett meningsfullt lärande
- b) *skills arguments*, skicklighets-/förtrogenhetsargument, dvs. laborationer anses leda till insocialisering i och förtrogenhet med den vetenskapliga världen genom att eleverna lär sig hantera utrustningen (hantverksskicklighet) och utvecklar förmågan att observera, mäta, beskriva osv.
- c) *affective arguments*, motivations-/intresseargument, dvs. laborationer anses vara motivationshöjande och väcka intresse för naturvetenskap, bl.a. då eleverna får konkreta erfarenheter av laborerandet.

Punkterna b och c ovan anses av lärare vara de viktigaste argumenten för laborationer (Woolnough, 1998).

White (1996) påpekar att det aldrig rått full konsensus om syftena med laborationer och konstaterar att det kanske är just därför laborationer har förblivit så populära – ”they can be thought to support almost any aim of teaching science” (a.a. s. 762). Genom årtiondena kan man se hur politiska, ekonomiska och sociala påtryckningar<sup>40</sup> gett utslag i läroplanernas syften med såväl laborationerna som den naturvetenskapliga utbildningen i stort. White (a.a.) nämner t.ex. det välkända exemplet med Sputnik som gjorde att naturvetenskap och teknik fick ett uppsving. Östman (1995) beskriver också hur samhällets förändringar gett utslag i skolans mål. Utvecklingen har gått från att i början av 1900-talet utbilda en elit till att så småningom i ett demokratiskt syfte utbilda alla för att ge en allmänbildning (se även Sjøberg, 2000).

---

<sup>40</sup> Det är väl i och för sig inget nytt utan helt naturligt om man betänker att vi inte kan se världen genom ett s.k. gudsöga. Dvs. det finns inget objektivt sätt att se på skolan och på laborationer, därav förändringarna i styrdokumenterna beroende på olika perspektiv.

Trots alla argument för laborativt arbete i skolan har kritik mot att man lägger sådan vikt vid detta inom naturvetenskaplig undervisning framförts från flera håll. Nedan nämns några sådana kritiska synpunkter, men avslutningsvis följer något om meningsfulla laborationer.

### ***Kritik mot förståelseargumenten***

Många gånger tycks man förvänta sig att naturvetenskapliga teorier ska illustreras med hjälp av laborationer och underlätta den teoretiska insikten och därmed göra lärandet meningsfullt för eleverna (jämför punkt a ovan). Kirschner och Huisman (1998) är kritiska till detta eftersom man ofta drar slutsatsen att eftersom naturvetenskapliga forskare får ny kunskap genom att arbeta i laboratoriet med en vetenskaplig metodik, så bör elever använda samma arbetssätt för att lära naturvetenskap. Man tänker inte på att forskare har helt andra förutsättningar där teorierna ligger till grund för utforskandet och att man i skolan istället förväntar sig att eleverna ska inse och lära teorierna på detta sätt.

Wellington (1998) hävdar att eftersom teorier är idéer och därmed abstrakta till sin karaktär, kan de inte illustreras på ett fysiskt sätt (jfr. punkt a ovan). I flera studier (se t.ex. Flansburg, 1972; Hofstein & Lunetta, 1982) har man också konstaterat att laborationsarbete har ytterst liten inverkan på elevens förståelse av naturvetenskap (jfr. punkt a ovan). Ofta förutsätts att skolans och lärarens syfte med en laboration (eller annan uppgift) också är det som eleverna lär. I utvärderingar visar det sig dock ofta att så inte var fallet. Eleverna tycks följa laborationsanvisningarna utan att tänka på syftet med hur experimentet relaterar till annat som de lärt. White (1996) ger exempel på studier (t.ex. Mackenzie & White, 1982) som visar att eleverna behöver hjälp att relatera erfarenheterna från laborationer till andra erfarenheter från t.ex. tidigare studier. White (1996) föreslår att ett sätt att få eleverna att koppla till tidigare erfarenheter är att lista flera olika påståenden om t.ex. syftet med laborationer och flera experiment som eleverna gjort och be dem att matcha påståendena mot experimenten. Ett annat sätt som White (a.a.) nämner är att låta elever svara på frågor efter varje laboration om vad den är tänkt att illustrera. Men främst ska laborationerna utgå från genuina, verkliga problem, så att inte syftet med laborationen förloras i alla instruktioner, menar White (a.a.). Han hävdar vidare att artefakter (utrustning) och hanteringen av dem ger upphov till frågor som stör och distraherar lärandet av fenomenet ifråga. Mindre utrustning, vilket t.ex. en datorsimulering kan

ersätta, är att föredra<sup>41</sup>, menar White (a.a.). Linn, Layman och Nachmias (1987) studerade elever som arbetade med grafer av värme och kyla på en datorskärm. De konstaterade att elevernas förståelse för grafer ökade, men arbetet med graferna hade mindre inverkan på elevernas förståelse för de studerade fenomenen värme och temperatur. Liknande resultat visar Linderoth (2004) i sin studie om datorspel. Eleverna kan klara spelen utan att sätta sig in i de teman som spelen är tänkta att illustrera.

Ett sätt att få eleverna att lära mer av laborationer är att tvinga dem att förbereda sig, menar White (1996). Det kan t.ex. ske genom att låta eleverna svara på frågor om laborationen innan de får göra den eller hindra dem från att ta med laborationsmanualen till laboratoriet (White, 1996). White (a.a.) drar slutsatsen, vilken Hult (2000) instämmer i, att elevernas förberedelse för laborationen liksom efterarbetet är av största vikt för vad eleverna lär.

### ***Kritik mot skicklighets-/förtrogenhetsargumenten***

Argumentet att laborationer fungerar som en insocialisering i naturvetenskapligt arbetssätt (jfr. punkt b ovan), för att på så sätt göra elever förtrogna med vetenskaplig metodik, har också kritiserats. Flera forskare (bl.a. Woolnough, 1991; Wellington, 1998; Jenkins, 1999) påpekar att naturvetare gör många olika saker och att det inte finns *en* metod. Dessutom görs många laborationer i skolan med målet att eleverna ska utföra en laboration på ett visst sätt och komma fram till ett visst bestämt, ”rätt”, resultat, s.k. slutna experiment/laborationer, men så arbetar inte naturvetare, menar dessa forskare. White (1996) liksom Hodson (1998) hävdar därför att mer öppna, ”open-ended”, forskningslika experiment/laborationer, följda av klassdiskussioner om metodupplägg och validitet i resultaten, skulle ge en bättre förståelse för hur naturvetare arbetar. Hodson (a.a.) betonar dessutom lärarens viktiga handledarroll i detta sammanhang för elevers lärande under laborationer.

Det finns forskning som visar stor tilltro till att man kan och bör öva upp elevernas förmåga att observera (jfr. punkt b ovan) och att dra slutsatser och generalisera från de induktiva observationer som görs vid t.ex. experi-

---

<sup>41</sup> White tycks mena att det finns en slags essens i naturvetenskapliga fenomen som kan förstås utan instrumentering. Andra forskare (t.ex. Säljö, 2000, 2005; Bernhard, manus) ser istället artefakter som en del av såväl upplevelsen som tolkningen och därmed erfandet och förståelsen av fenomenet. Olika artefakter ger upphov till olika perspektiv, då olika aspekter lyfts fram medan andra tonas ned. (Wertsch, 1995). Se även avsnitt 3.3. nedan.

ment i skolan (t.ex. Harlen, 1985; Lavoie 1999). Man utgår därmed från att observationer är teorilösa och att det är brister i förmågan att observera och att dra slutsatser som är orsaken till brister i elevers kunskande. Det låter med andra ord som om denna förmåga (att observera och dra slutsatser) är en isolerad företeelse utan anknytning till teorin (sättet att se och förklara). Lärande uppfattas då främst som att eleverna själva konstruerar sin egen kunskap, dvs. drar egna generella slutsatser, genom egna neutrala observationer.

Hanson (1958) liksom Säljö (2000) m.fl. hävdar att artefakter och experiment är teoriladdade, dvs. teorier/perspektiv och kunskap är inbyggda i dem, vilket gör att en observation inte kan vara neutral. Detta får konsekvenser för elevers lärande. Säljö och Bergqvist (1997) visar t.ex. att anledningen till att eleverna inte alltid ”ser” det de borde se i t.ex. ett experiment, är att de inte behärskar de teorier (eller det språkspel) som är nödvändiga för att förstå ett specifikt experiment eller för att kunna hantera vissa artefakter eller medierande verktyg. Hanson (1958) beskriver detta som att ”[t]here is a sense /... / in which seeing is a 'theory-laden' undertaking. Observation of  $x$  is shaped by prior knowledge of  $x$ ” (a.a., s. 19).

Wickman och Östman (2002a; Wickman, 2002, 2006) studerar hur elever generaliserar, dvs. lär allmänna regler (inte enskilda fakta), som t.ex. att humlor har antenner. De visar emellertid att eleverna under laborationer i deras studier inte formulerar och testar hypoteser (självmant) eller gör iakttagelser (induktiva observationer) som de sedan kan generalisera ifrån. I läroprocessen var det istället auktoritetens utsagor, som t.ex. det som var skrivet i läroboken eller det som läraren sagt, som användes för att förstå vad och hur de skulle iaktta under laborationen. I de fall då det fanns motsägelser mellan iakttagelsen och den auktoritativa utsagan (från läraren eller boken), förkastade eleverna iakttagelsen till förmån för auktoritetens uppgift. Handlar det då bara om att eleverna okritiskt reproducerar och upprepar generaliseringar som auktoriteten sagt? Nej, menar Wickman (2002) och hänvisar till Dewey<sup>42</sup> (1910/1997), som

visat att allt vi lär oss kan betraktas som generaliseringar. När vi använder det som vi vet sedan tidigare i ett nytt möte, utökar vi vår tidigare kunskap till att också omfatta detta möte. Varje möte är unikt på något sätt och allt lärande innebär att vi använder tidigare kunskaper i mötet med nya situationer. Kunskapen blir på det sättet mer generell (Wickman 2002, s. 108).

---

<sup>42</sup> Jämför även kapitel 3 nedan.

Lärande sker i detta fall med andra ord genom transformation av tidigare erfarenheter (Wickman, 2006). Exemplet visar också bl.a. vilken betydelse sociala och kulturella aspekter har för lärprocessen, vilket jag återkommer till längre fram.

### ***Kritik mot motivations-/intresseargumenten***

Att elevers motivation (jfr. punkt c ovan) och intresse för naturvetenskap skulle öka på grund av laborativt arbete har studerats och diskuterats (se t.ex. Lindahl, 2003; Lager-Nyqvist, 2003; Hult, 2000). En del studenter ser med glädje på laborationer medan andra tänker på dem med en skräckblandad känsla, vilket knappast kan väcka intresse för laborationer (Lager-Nyqvist, 2003). Lindahl (2003) hävdar, som tidigare nämnts, att elevernas ointresse för NO till stor del beror på att de inte ser meningen med att göra en laboration och inte får tillräcklig hjälp att se sammanhangen. I sådana fall kan laborationer få motsatt verkan. Hult (2000) hävdar att motivationen beror på om ”målet med verksamheten är attraktivt, att metoden/sättet att nå målet på bedöms relevant och ändamålsenlig och att sannolikheten är hög att personen – om han/hon klarar att genomför[a] det som krävs – når målet” (a.a. s. 52), dvs. att genomföra laborationen. Det är med andra ord flera saker som spelar in för om en laboration ska väcka intresse och motivation, hävdar Hult (a.a.). Ibland hävdas t.ex. att elevers mindre goda engagemang och motivation beror på att exempelvis elevernas laborationsrapporter inte har någon annan mottagare än läraren. Mottagaren av en text spelar roll för elevens språkutveckling, engagemang och motivation och därmed lärande (Skolverket, 1998).

### ***Meningsfulla laborationer***

Laborationer kan dock ge ovärderliga erfarenheter (Strömdahl, 2002b). White (1996) hävdar att en laboration kan ge bestående intryck om den är meningsfull, dvs. om den engagerar eleverna och får dem att uppmärksamma viktiga aspekter av det åsyftade fenomenet eller experimentet. Det innebär dock att eleven inte alltid måste stå i händelsernas centrum för att lära. En spännande och dramatisk demonstration från läraren som fångar uppmärksamheten kan vara mer givande än en långtråkig laboration (a.a.). Osborne (1998) hävdar dessutom att lärandet blir mer effektivt om läraren utför en demonstration av ett experiment och för ett samtal med eleverna om resultatet och teorin bakom. Samtalet<sup>43</sup> som grund för förståelse av t.ex.

---

<sup>43</sup> Se även avsnitt 3.4 nedan.

laborationer betonas också av bl.a. Lemke (1990) (se även Strömdahl, 2002a).

Även Enghag (2007) talar om vikten av kommunikation, men också om vikten av ownership. Hon beskriver studier av s.k. miniprojekt, där eleverna upplever lärandet meningsfullt, beroende på att de själva äger problemet, dvs. är delaktiga i såväl formulering som genomförande av miniprojekten.

### **3.2.2 Laborationsinstruktioner**

Flera studier av laborationsinstruktionernas betydelse för elevers lärande har gjorts genom åren. Exempelvis har Wickman och Östman (t.ex. 2002a) studerat hur laborationsinstruktionerna styr studenternas uppmärksamhet under bl.a. en kemilaboration. Instruktionerna till den kemilaboration de studerade var skriftliga och relativt kortfattade. Uppgiften var att bestämma det oorganiska innehållet i några omärkta provrör. I instruktionerna fick eleverna till sin hjälp en lista med namn och koncentration på de använda oorganiska ämnena, några tips om lämplig utrustning och om hur de kunde gå till väga. Syftet med laborationen angavs som en övning i oorganisk reaktionslära och en övning i iakttagelseförmåga. I övrigt var det en relativt öppen laboration där studenterna själva kunde styra hur uppgiften skulle lösas. Resultatet visar att de instruktioner eleverna fick hade en avgörande betydelse för vad de gjorde och därmed för vad de hade möjlighet att lära. Det som styrde studenternas fokusering i det beskrivna fallet var bl.a. mötena med laborationens mål (att para ihop de givna namnen med provrörsinnehållen), de förslag för undersökning som gavs, studenternas tidigare erfarenheter samt de observerade egenskaperna hos provrörsinnehållen. Samspelet mellan dessa möten avgjorde vad studenterna fokuserade vidare på. Ett av lärarnas syften var att studenterna skulle nyttja teorierna i oorganisk reaktionslära för att utföra analysen, men studenterna hade målet i sikte att lösa uppgiften med att namnge innehållet i provrören, eftersom det var det tydligt uppmärksammats på i instruktionen. Den fysiska handlingen – görandet – kom med andra ord i fokus, då instruktionen främst belyste detta.

Minick (t.ex. 1993) urskiljer två olika typer av instruktioner. Dels uppmaningar att göra eller utföra olika konkreta handlingar enligt lärarens direktiv, dels uppmaningar att fundera själva, beskriva, berätta eller förklara, dvs. på en mer analytisk nivå som kräver reflektion och diskussion.

I en studie av instruktioner på matematiklektioner visar Säljö, Riesbeck och Wyndhamn (2003) att instruktioner av typen ”göra” leder till ett mer isolerat elevarbete, där samarbete inte alltid är nödvändigt, vilket i sin tur gör att samtalen eleverna emellan blir fåordiga. Det innebär att läraren måste vara beredd att ge sammanhang åt termer och begrepp för att eleverna ska få tillgång till, i det fallet, det matematiska språket. Eleverna tar inte det steget själva när det gäller ”göra”-uppgifter, hävdar Säljö et al. (a.a.). Ofta förefaller lärarna i dessa sammanhang lita på att laborationen och materialet är genomskinligt för eleverna. Man tycks anta att genom att hantera materialet avslöjas automatiskt de bakomliggande teorierna och sambanden (jfr. laborationer). Men ”[a]tt se och göra är ingen garanti för att förstå” (a.a., s. 238), dvs. det behöver inte leda till ökad insikt om det aktuella fenomenet hos eleverna (jfr. Bergqvist, 1990; Bergqvist & Säljö, 1994; Säljö & Bergqvist, 1997). White (1996) beskriver sådana ”göra”-uppgifter som kokboksrecept, och hävdar att dessa leder till att eleverna inte vet vad de egentligen gör.

När instruktionerna är av typen diskutera och reflektera ges en möjlighet för eleverna att försöka få en samsyn och att förstå. Men enligt den studie Säljö et al. (a.a.) gjort sker samtalen ofta i vardagstermer, dvs. man använder inte (i deras fall) matematiska termer eller matematiskt perspektiv, som ju egentligen är grunden för att kunna göra matematiska analyser och generaliseringar. Det innebär att eleverna anlägger ett vardagligt perspektiv på fenomenet, vilket i och för sig kan vara en bra början för en övergång till ett naturvetenskapligt perspektiv. Szybek (2002) talar i detta sammanhang om behovet av translation mellan vardaglig och naturvetenskaplig scen, eller omvärld. Utan lärarens stöd får eleverna dock svårt att bli förtrogna med det nya perspektivet (eller språkspelet) och det önskade lärandet kan hämmas.

Yager, Johnson and Johnson (1985) har i en studie visat att instruktionerna har betydelse för elevers lärande, liksom samarbete elever emellan. De jämförde tre grupper av elever. Den ena gruppen (A) arbetade individuellt, den andra gruppen (B) fick samarbeta utan formella instruktioner och den tredje gruppen (C) fick samarbeta samtidigt som de fick tydliga instruktioner om att både delta muntligt och att lyssna konstruktivt. I test gjorda efteråt visade det sig att de som arbetade individuellt (grupp A) fick sämst läranderesultat, medan de som samarbetade och dessutom fick instruktioner om att muntligt samarbeta (grupp C) fick bäst läranderesultat.

### **3.2.3 Forskning om lärprocesser vid laborationer efterfrågas**

Trots allt, konstaterar Gallagher (1987) i sin forskningssummering inom science education, vet vi förbluffande lite om laborationers funktioner och effekter på lärande. Det behövs med andra ord mer forskning på området. White (1996) efterlyser specificeringar av hur laborationer kan uppfylla de syften som det argumenteras för att laborationer gör, i hopp om att det ska kunna ge målmedvetet designade och utvalda laborationer som är effektiva för lärprocessen.

## **3.3 Artefakter och lärande**

I detta avsnitt presenteras några studier kring interaktion med artefakter<sup>44</sup>, dels ur aspekten struktur, dels ur aspekten lärandeinhåll. Avsnittet avslutas med efterfrågningar om forskning kring artefakter och deras betydelse för lärande.

### **3.3.1 Interaktion med artefakter - struktur**

Undersökningar av elevers interaktion med artefakter, eller medierande verktyg, har bl.a. gjorts i studier med fokus på strukturen i klassrumsinteraktioner. Mercer och Wegerif (1999) studerar t.ex. datorn som artefakt och dess roll som substitut för läraren. De jämför den form av interaktion mellan elever och lärare som Sinclair och Coulthard (1975) beskriver som IRF-struktur<sup>45</sup> (I = *initiering*, R = *respons*, F = *feedback*) med den IDRF-struktur som de (Mercer & Wegerif, 1999) finner i elevers interaktion med datorer. Bokstaven D står då för den *diskussion* som ofta uppstår mellan eleverna vid arbetet med datorn. Istället för att läraren initierar interaktionen, initierar datorn denna, vilket leder till att de samarbetande eleverna börjar diskutera hur och vilken respons de ska ge till datorn som sedan ger feedback. Mercer och Wegerif hävdar att datorn får en roll liknande lärarens, men att datorn inte får samma sociala roll eller auktoritet som en lärare, vilket i sin tur får konsekvensen att eleverna blir mindre hämmade av datorn. Det innebär alltså att interaktion med datorer som artefakter kan gynna elevers diskussioner och aktiviteter.

---

<sup>44</sup> Som tidigare nämnts inkluderas i termen artefakt alla saker (inklusive t.ex. symboler) tillverkade av människor eller saker använda av människor i specifika syften.

<sup>45</sup> Ibland förekommer benämningen IRE-struktur, där E står för *evaluering*. Jag återkommer till detta i avsnitt 3.4 nedan.

### **3.3.2 Interaktion med artefakter - lärandeinnehåll**

I elevlaborationer ingår en viss laborationsutrustning eller s.k. artefakter. Enligt Hanson (1958) är artefakter teoriladdade, dvs. det finns en teori inbyggd i dem t.ex. om hur och till vad de kan eller bör användas. Wertsch (1995) och Säljö (2000, 2005) (jfr. Vygotsky, 1978) beskriver artefakter som medierande<sup>46</sup> verktyg, vilka medierar mening och därmed eventuell användning i en specifik situation. De kan fungera som tankestöd (jfr. t.ex. Säljö, 2005). Artefakter är därmed centrala för meningsskapandet. Det finns några studier som beskriver vikten av medierande verktyg för den mening som skapas i en specifik situation. Exempelvis visar Schoultz, Säljö och Wyndhamn (2001a, 2001b) hur artefakter, som medierande verktyg, har en betydande roll för vad elever svarar på frågor i intervjuer med naturvetenskapligt innehåll. Bl.a. använde de (a.a.) en jordglob i samtal om jordens form och dess dragningskraft. Jordgloben fungerade då som ett slags tankestöd/verktyg och på så sätt visade sig eleverna vara mer kunniga på området jämfört med studier där eleverna inte hade tillgång till ett sådant tankestöd (t.ex. Vosniadou, 1994). I den laborativa verksamheten kan artefakter användas i liknande syften.

Linderoth (2004) studerar elevers interaktion med datorer och specifikt datorspel inklusive olika symboler (dvs. artefakter/medierande verktyg). Han konstaterar bl.a. att spelandet utgör ”en egen social praktik där den mening som genereras har en mycket vag relation till de företeelser som representeras av spelets tema” (a.a. s. 238). Den mening som skapas är oftast lokal och starkt knuten till situationen och de interaktionserbjudanden<sup>47</sup> som aktualiseras. ”De innebär som grafik, text och ljud får, förutsätter inte att den representerade företeelsen aktualiseras eller ens identifieras” hävdar Linderoth (a.a. s. 240). Det innebär att eleverna kan ta sig igenom och utföra ett datorspel, dvs. interagera med symbolerna, utan att sätta sig in i det tema som är tänkt att representeras. ”Interaktivitet bör därför inte ses som egenskap som för representationen närmare den representerade företeelsen” (a.a. s. 243).

Det finns få studier kring hur det naturvetenskapliga innehållet konstitueras i interaktion med artefakter som medierande verktyg. Latour och Woolgar (1986) diskuterar artefaktens roll för konstruktionen av naturvetenskapliga fakta i sin studie om naturvetenskapligt arbete. Roth (1998) anammar några

---

<sup>46</sup> Se även kapitel 4 nedan.

<sup>47</sup> Interaktionserbjudanden beskrivs närmre i kapitel 4.

av dessa idéer och visar hur en artefakt som t.ex. en limpistol influerar handlingarna och diskussionerna och därmed lärandet i ett NO-klassrum. Bergqvist och Säljö (1994) respektive Säljö och Bergqvist (1997) visar att det kan vara svårt för elever att urskilja och hantera för dem okända artefakter på laborationer. I de nämnda studierna fokuserar Säljö och Bergqvist främst innehållet i klassrumssamtalen under en optiklaboration och uppmärksammar att eleverna har svårt att själva, utan hjälp, se vad som är relevant att notera under laborationen. De beskriver dock inte mycket kring elevers interaktion med artefakter som kan främja relevant lärande.

Några som studerar naturvetenskapliga artefakter som medierande verktyg i elevers lärande om elektriska kretsar är Carter, Westbrook och Thompkins (1999). De studerar främst hur och när elevers interaktion med laborationsmaterielen medierar elevers konstruktion av naturvetenskapliga begrepp inom ellära, och hur elevernas resonemang avslöjar artefakternas potential att mediera lärande. Deras resultat visar att eleverna måste vara kompetenta användare av artefakterna för att dessa ska kunna mediera (önskat) lärande. Men de artefakter eleverna valde att använda hade ofta liten potential att mediera (önskat) lärande om inte eleverna hade vardags-erfarenheter av artefakterna. Detta gällde även om de fick hjälp av kompisar eller läraren.

### **3.3.3 Forskning om artefakter och lärande efterfrågas**

Omgivningen med dess artefakter tas ofta för given och ses som, och studeras därmed ofta som, neutrala objekt, dvs. som just *saker*, som används i t.ex. laborationer, men de bör istället, menar Waltz (2004), ses och studeras som deltagare i praktiken tillsammans med eleverna och läraren. Waltz vill med andra ord ge artefakterna "en röst" i verksamheten. Det intressanta är med andra ord hur artefakterna är involverade i och upprätthåller den naturvetenskapliga verksamheten i klassrummet och sådan forskning behövs det mer av, anser Waltz:

A broader perspective on the ways in which we are involved with things may enlarge our understanding of what education is, how it occurs, and how to make it more powerful and equitable (Waltz, 2004, s. 172).

Sådan forskning har efterfrågats från flera håll det senaste decenniet (t.ex. Sabelli, 1995; Engeström & Miettinen, 1999).

### 3.4 Språk/kommunikation och lärande

Precis som med artefakter så är språket och kommunikationen något som ofta tagits för givet i lärandesammanhang, men som under de senaste decennierna uppmärksammats mer och mer. Inom filosofin talar man ibland om den lingvistiska vändningen och syftar på hur fokus hamnat på språkets konstituerande funktion, dvs. hur vi talar om världen får betydelse för hur vi uppfattar den. Tidigare har språket mer framstått som något vi använder främst för att sätta ord på saker och ting. Men som Wittgenstein påpekar (1953/1996, 1969/1992) kan ett och samma ord få olika innebörd beroende på den aktuella kontexten. Det är i handlingen orden får mening. Till och med i skolans styrdokument lyfts numera språkets betydelse för lärandet fram. Språket i form av samtal betraktas nu som ett redskap och en arbetsform för lärande (jfr. t.ex. Skolverkets Nationella kvalitetsgranskningar, 1998). Troligen har översättningarna av Vygotskys olika texter och hans tal om ”den närmaste utvecklingszonen”, ZPD (1978), men även arbeten som t.ex. Dysthes (1996) studier kring det flerstämmiga klassrummet och Lemkes studier om språkets betydelse för lärande inom naturvetenskap, också haft betydelse för språkets framlyfta roll för lärandet på senare år.

I detta avsnitt redovisas några studier kring kommunikation och lärande, dels ur aspekten struktur, dels ur aspekten lärandeinhåll. Avsnittet avslutas med några efterfrågningar av forskning kring språk/kommunikation och lärande.

#### 3.4.1 Kommunikationens struktur

Klassrumskommunikationen har i flera studier beskrivits utifrån dess struktur, mera sällan utifrån dess innehåll, kanske främst beroende på att innehåll är svårt att studera empiriskt (Aukrust, 2003). Sinclair och Coulthard (1975) konstaterade att det som främst kännetecknar klassrumskommunikationen är den s.k. IRF-strukturen<sup>48</sup> (se även föregående avsnitt). Denna struktur har också visat på den s.k. två-tredjedelsprincipen, som säger att läraren pratar två tredjedelar av tiden i klassrummet och att två tredjedelar av den tiden har IRF-struktur (t.ex. Cazden, 1988). Lemke (1990) beskriver även hur läraren dessutom för längre monologer vid gemensamma samlingar. Andra studier (t.ex. Granström, 1987; Sahlström, 1999) har dock visat att det kanske är tvärtom, dvs. att eleverna talar den mesta delen av tiden, med tanke på elevers egna, mer lågmälda, samtal sinsemellan.

---

<sup>48</sup> IRF: I = initiering, R = respons, F = feedback/uppföljning

För- och nackdelar med IRF-struktur för deltagandet i klassrummet har framhävts om vartannat (se Aukrust, 2003). De nackdelar man i vissa studier kan se är t.ex. den asymmetriska maktrelation som kan uppstå till lärarens fördel (IRE<sup>49</sup>, t.ex. Mehan 1979), och att de frågor som läraren ställer nästan alltid har ett "rätt" svar som läraren redan känner till. IRF/IRE-strukturen framställs som en kontrollfunktion som ritualiserats. I andra, senare, studier har man sett att även autentiska eller äkta frågor, där läraren inte alltid känner till någon korrekt lösning, kan förekomma i IRF-strukturen. Initieringen kan ses som ett sätt att försöka få eleverna att fokusera vissa saker och så att säga sätta dem i förgrunden (jfr. Marton's & Booth's [2000] tal om figur och bakgrund och behovet av att fokusera medvetandet och därmed urskilja figuren från bakgrunden). Genom att studera IRF-strukturer utifrån Vygotskys tal om "den närmaste utvecklingszonen" har t.ex. Wells (1993) sett att IRF-strukturen och kanske främst uppföljningsdelen (F) kan tjäna flera positiva syften i elevers läroprocess. Greenleaf och Freedman (1993) menar att IRF-strukturen faktiskt kan leda till att elever får en central roll i uppbyggnaden av problemlösningar. Elevernas uppfattningar och erfarenheter utvecklas och får mening när de får kommenteras av andra (såväl elever som lärare). Mercer och Wegerif (1999) har, som tidigare nämnts, studerat elevers arbete vid datorn och sett att när datorn får lärarens roll uppstår en annan deltagarstruktur, IDRF-strukturen, med diskussion (D) eleverna emellan utifrån initieringen. Det s.k. dialogiska samtalet (jfr. även Linell, 1998), som eftersträvas i klassrummet enligt bl.a. Skolverkets Nationella kvalitetsgranskningar (1998), kännetecknas av diskussioner (jfr. IDRF), dvs. flera elevresponser mellan lärarens initiering och feedback. På så sätt blir eleverna delaktiga och får lära sig att både lyssna på och samtala med varandra när de delar erfarenheter och tillsammans skapar mening – klassrummet kan därmed bli "flerstämmigt" (Dysthe, 1996) även med en s.k. IRF-struktur (IDRF-struktur). Det blir med andra ord en social konstruktion av mening. I den s.k. goda dialogen blir flerstämmigheten, med dess skillnader i kompetenser, erfarenheter och personligheter, en fördel som främjar läroprocessen. Skagen (2003) hävdar dessutom att en lärares auktoritet<sup>50</sup> (jfr. rationell auktoritet [Weber, 1956]) kan kombineras med ett dialogiskt/flerstämmigt samtal på ett fruktbart sätt. Wells (1993) menar att beroende på lärarens hantering av IRF-strukturen får den olika konsekvenser för eleverna och deras deltagande och engagemang. Det är med andra ord situationellt huruvida IRF-strukturen hämmar

---

<sup>49</sup> IRF kallas ibland IRE: I = initiering, R = respons, E = evaluering/värdering (vilket skulle kunna vara mer maktrelaterat än att ge feedback (F) och följa upp svaret)

<sup>50</sup> Se även avsnitt 3.5 nedan.

eller främjar önskat lärande. Man kan följaktligen inte se några enkla samband mellan ett samtals struktur och dess funktion, menar Aukrust (2003).

Ofta förekommer uppfattningen att små klasser skulle ge möjlighet till mer dialog och fler kontakter mellan lärare och elev, och kanske i synnerhet fler kontakter för elever med svårigheter. Men Colnerud (1988) som har studerat antalet lärarkontakter med elever i ”stora klasser” (i snitt 22 elever) respektive i ”små klasser” (i snitt 17 elever) har funnit att tendensen är den motsatta. Tabellen 3.1 nedan visar att elever med svårigheter fick lärarens uppmärksamhet fler gånger än elever utan svårigheter oavsett klasstorlek, men det som anses märkligt är att dessa elever fick dubbelt så mycket uppmärksamhet i de stora klasserna jämfört med i de små klasserna.

Tabell 3.1 Antalet lärarkontakter med elever i små respektive stora klasser per lektion (i genomsnitt) (efter Colnerud, 1988).

Lärarkontakt	Små klasser	Stora klasser
Elever utan svårigheter	5,8	3,9
Elever med svårigheter	12,1	24,8

I Colneruds studie nämns däremot ingenting om kvaliteten eller tidslängden på kontakterna med läraren, vilket man kan tycka borde ha betydelse för lärarstödet och därmed för lärandet.

### 3.4.2 Kommunikationens innehåll

Anderberg, Alvegård, Svensson och Johansson (2005) vill med sin studie belysa relationen mellan språkanvändning och kunskapsbildning. De har intervjuat studenter för att få fram deras uppfattningar om fysikalisk rörelse. De studerar med andra ord lärandeutfallet. Syftet var att ur det finna ut ”vilken funktion användningen av språkliga uttryck har, när det gäller att uttrycka den individuella inriktning man har i sitt tänkande om ett kunskapsinnehåll vid beskrivning/förklaring av ett objekt” (a.a. s. 6). Författarna skiljer ut tre komponenter i relationen språkanvändning och kunskapsbildning: *innehåll* (om det är ämnesmässigt eller vardagligt), *uttryck* (termer eller benämningar, t.ex. ”kraft”), *innebörd* (meningen i uttrycken). Deras resultat visar att “[u]ttrycken har ingen direkt relation till innehållet utan erhåller sin funktion tillsammans med innebörder som uttrycken ges beroende på hur ett objekt uppfattas” (a.a. s. 70). Relationen mellan ett uttrycks innebörd och om det är ett vardagligt eller ämnesmässigt innehåll är central, menar Anderberg et al. Även Schoultz (2000) talar om detta, men i termer av att eleverna i hans studie tolkar frågorna och beskriver uttrycken

utifrån vilken *diskurs*<sup>51</sup> (ämnesmässig eller vardaglig) de uppfattar att det rör sig om, dvs. vilket innehåll som fokuseras. Hundeide (2006) beskriver också vilken betydelse det har hur eleven (eller en intervjuperson), i t.ex. olika test och prov, uppfattar situationen för hur de tolkar och besvarar frågorna. Ett uttryck kan alltså se lika ut i olika sammanhang, men få olika innebörd beroende på vilket innehåll/diskurs/språkspel (vardagligt eller ämnesmässigt) som fokuseras. Orden får alltså mening i användningen (jfr. Wittgenstein, 1953/1996). Detta tar Östman (2002) fasta på när han beskriver hur eleverna på en fiktiv lektion om mätning av pH i en sjö kan stöta på och använda t.ex. termen ”sur” inom olika språkbruk. Den medhavda saften kan smaka surt, den våtmark man passerar kan beskrivas som sur (=blöt), eleverna kan vara sura (gnälliga) för att vädret är dåligt och så ska man mäta pH i sjön, som har ett lågt pH, dvs. är sur. Det är alltså viktigt att klargöra för elever inom vilket språkbruk man talar (a.a.). Även Strömdahl (manus) betonar vikten av att uppmärksamma polysemin eller homonymin hos en term, dvs. att en och samma term kan stå dels för t.ex. en vardaglig mening, dels för en naturvetenskaplig mening och ibland också för en vetenskapligt definierad fysikalisk storhet. Inom skolans ellära talar man exempelvis om ström och spänning bl.a. i naturvetenskaplig mening respektive som fysikalisk storhet. Beroende på kontext får dessa termer olika innebörd. Elevers insikter om detta får betydelse för deras meningsskapande eller lärande (a.a.).

### ***Att lära eller inte lära?***

Många studier och utvärderingar (t.ex. TIMSS, 1996; Vosniadou, 1994) visar att elever inte alltid lärt det de blivit erbjudna i undervisningen då de tycks svara på ett, ur naturvetenskapligt perspektiv, mindre kompetent sätt. Det förutsätts då ofta att eleverna inte lärt sig något alls. Enligt Coll och Treagust (2003) är det så att "learners /.../ harbor a number of alternative conceptions and prefer to use simple mental models" (a.a. Abstract). Ibland benämns detta "misconceptions". Misconceptions eller alternativa idéer tycks vara något statiskt som elever besitter, enligt författarna. De menar också att läraren måste vara tydligare i sina beskrivningar för att undvika misconceptions hos eleverna. Tydlighet räcker dock inte alltid om inte innehållet är relaterat till eleven och dennes tidigare erfarenheter och s.k. äkta eller autentiska frågor (jfr. t.ex. Lundin 2007).

---

<sup>51</sup> Termen *diskurs* kan i detta sammanhang ses som synonymt med termen *språkspel* som beskrivs och används senare i föreliggande arbete.

Naturvetenskapen (liksom andra vetenskaper och verksamheter) kan inte ses som en objektiv vetenskap med neutrala teorier som alla tolkar på ett och samma sätt eller automatiskt urskiljer samma saker ur (Säljö & Bergqvist, 1997). Inom naturvetenskapen har man utvecklat teorier (sätt att förklara) och det är utifrån dessa man sedan utgår, och ser det man ser, och frågar som man gör i t.ex. skoltest och intervjuer. En oinvidd som saknar denna teoretiska bakgrund eller detta perspektiv utgår i sitt resonemang utifrån andra, för denne mer närstående sammanhang, eller språkspel, och svarar därför på naturvetenskapliga frågor på ett, ur naturvetenskaplig synvinkel, mindre kompetent sätt, menar Hundeide (2006) och Schoultz (2000). De argumenterar för att elever inte bär på några statiska uppfattningar av den natur som misconceptions respektive alternativa idéer antas innebära. Istället handlar det till stor del om att eleverna inte vet vilket språkbruk, eller språkspel, de bör använda för tillfället (jfr. även Östman, 2002) eller att de inte har någon tidigare erfarenhet av frågan i sammanhanget och därmed inte känner till de specifika teorier (förklaringsätt) som frågan bygger på.

Östman (1995, 2002) har studerat läroböcker i kemi och biologi och funnit att de naturvetenskapliga förklaringarna av olika fenomen i naturen inom kemi och biologi<sup>52</sup> tar utgångspunkt i olika perspektiv, vilket leder till olika krav eller s.k. följemeningar. När naturvetenskapen kommuniceras i skolan bygger förståelsen på bl.a. dessa följemeningar. Det innebär att när naturvetenskap kommuniceras handlar det inte enbart om vetenskaplig mening, utan på köpet följer även mening (följemening) om t.ex. en syn på naturen (exempelvis något som människan står över och kan utnyttja); människans relation till naturen; individens relation till naturen, samhället, kulturen, vetenskap, manligt och kvinnligt.

Vanligtvis associeras vetenskaplig mening med inläring och följemening med socialisation [fostran] och dessa två processer skiljs oftast åt i tid och rum både i didaktisk forskning, forskningsbaserade undervisningsrekommendationer, läroplaner och läromedel (Östman, 2002, s. 85).

Men...

---

<sup>52</sup>Som beskrivs närmre i kap 2 har Löfdahl (1987) visat en liknande indelning i fysik (se tabell 2.1) där olika perspektiv på elläran anges: klassiskt perspektiv, klassisk ansats med partiell atomär förklaring, klassisk ansats med fullständigt atomär förklaring, atomärt perspektiv, och vardagsansats.

... lärandet av naturvetenskapliga begrepp förutsätter ett lärande av ett naturspråk [språkbruk] och därmed ett lärande av följemening – lärandet av vetenskaplig mening och följemening är en samtida process (a.a. s. 85).

Att lära naturvetenskap kan med andra ord ses som att socialiseras in i ett naturvetenskapligt språkbruk, med dess kulturella traditioner, värderingar och normer. Dessa följer alltså med språket genom vårt sätt att tala om naturen. En del kommuniceras avsiktligt, men en hel del sker oavsiktligt utan att man tänker på det. Eftersom mening skapas och lärande sker hela tiden (Säljö, 2000) följer även oavsiktliga eller omedvetna normer och värderingar i socialiseringsprocessens spår. Dewey (1938/1998) talar om *collateral learning* och hänvisar till att man t.ex. kan lära sig att tycka om respektive ogilla ett ämnesområde, t.ex. naturvetenskap, beroende på vilka följemeningar som ges. Sättet att kommunicera naturvetenskap i skolan har med andra ord betydelse för elevers lärande, såväl formellt som informellt. Lemke (1990) betonar vikten av att elever får kommunicera naturvetenskap på ett autentiskt sätt och inte som några korta svar i en utpräglad IRE/IRF-struktur. Eleverna behöver få vänja sig vid att tala om naturvetenskap på ett naturvetenskapligt sätt och uppmuntras att diskutera både sinsemellan och med läraren utifrån egna funderingar, erfarenheter och frågeställningar. Det ökar möjligheterna att lära hur det naturvetenskapiga språket kan användas och hur det fungerar (a.a.). Kommunikationens betydelse för elevers lärande inom det naturvetenskapliga området har också studerats i Sverige av bl.a. Eskilsson och Helldén (2005). De visar hur de genom att på olika sätt stimulera kommunikationen elever emellan under laborationer kan främja det naturvetenskapliga lärandet.

### **3.4.3 Forskning kring språk/kommunikation och lärande efterfrågas**

Det behövs mer klassrumsforskning överhuvudtaget (Evaldsson et al., 2001), i synnerhet kring kommunikationen (Dysthe, 2003a). Aukrust (2003) efterlyser särskilt mer forskning kring samtalsstruktur och dess funktion, liksom kring deltagarstrukturen i relation till tema- eller innehållsutveckling i ett samtal och därmed hur IRF-strukturen eventuellt kan främja önskat lärande.

## **3.5 Lärarens roll för elevers lärande**

Lärarens roll i skolan har förändrats under 1900-talet (se t.ex. Hargreaves, 1998, för närmare beskrivning). Lärarrollens utveckling har gått från att ha

varit den som stått/suttit framme vid katedern och haft den aktiva kunskapsförmedlande eller kunskapsöverförande rollen, via den passiva lärarrollen där eleverna själva aktivt skulle konstruera sin egen kunskap i egna undersökande arbeten, mot att i det postmoderna samhället vara en aktiv, samtalande handledare som vägleder i det samarbetande och dialogiska klassrummet (Dysthe, 2003c). Den didaktiska delen av lärarrollen handlar idag främst om att organisera lärandesituationer och att hjälpa och stötta eleverna i deras läroprocess. Lärarens roll är bl.a. att vara tillrättsläggare, kulturskapare, utvärderare, vägledare och ämnesföreträdare. Det ställer betydligt större krav på läraren än vad den s.k. traditionella undervisningen gör (Dysthe, 2003b, 2003c). Lindqvist (1999) betonar detta då hon återger Vygotskys syn på läraren. Lärare

som lösts från tvånget att undervisa [måste] veta betydligt mer än tidigare. När allt kommer omkring behöver man kunna ytterst lite för att undervisa, men för att leda eleven till egen kunskap måste man kunna väldigt mycket mer (a.a. s. 238).

I detta avsnitt behandlas några studier kring läraren som auktoritet och vägledare samt om lärares didaktiska kompetenser. Därefter följer några efterfrågningar på forskning om hur lärares kompetenser kan komma till uttryck.

### **3.5.1 Läraren som auktoritet och vägledare**

Många gånger framställs läraren som en auktoritet i klassrummet. Sigurdson (2002) beskriver t.ex. hur läraren som auktoritet vägleder elever för att de ska kunna gå från oerfarenhet till erfarenhet, men hävdar samtidigt att det är viktigt att skilja mellan ”auktoritär”<sup>53</sup> och ”auktoritet”<sup>54</sup>. Även Skagen (2003) skiljer på att vara auktoritativ (trovärdig, kompetent) och auktoritär (dominant). Läraren som auktoritet hjälper med andra ord eleverna att bli insocialiserade i verksamheten med hjälp av sin kunnskap på området (jfr. Wickman 2002; Wickman & Östman 2002a; Mortimer & Scott, 2003). Weber (1956), urskiljer tre olika slag av auktoriteter<sup>55</sup>:

<sup>53</sup> Termen ”auktoritär” beskrivs i Stora ordboken (Collinder, 1983) som myndighetspräglad, befällande, maktfullkomlig.

<sup>54</sup> Termen ”auktoritet” beskrivs i Stora ordboken (Collinder, 1983) som myndighet, tillitsskälla, tillitsvärde, tillitsman, fackman, kännare.

<sup>55</sup> Klassificeringen av olika auktoriteter kan göras på flera sätt. Exempelvis Sergioivanni (1992) listar fem olika slags auktoriteter: bureaucratic authority, psychological authority, technical-rational authority, professional authority och moral authority.

- *traditionell auktoritet* – man är auktoritet p.g.a. sin plats i den traditionella hierarkin, (egentligen auktoritär auktoritet),
- *karismatisk auktoritet* – man blir auktoritet p.g.a. sin personliga utstrålning och vältalighet,
- *rationell auktoritet* – man blir auktoritet p.g.a. sitt kunnande, att man kan argumentera och visa varför man har intagit en viss ståndpunkt, dvs. på grund av sin trovärdighet och sitt kunnande inom ett visst kunskapsområde (ungefär som en mästare).

Ofta är auktoriteten en blandning av dessa tre. Enligt Weber kan ledarens roll härledas från hur anhängarna (i detta fall eleverna) uppfattar ledaren och dennes uppdrag. Det är med andra ord inte ledaren själv som avgör om denne är en auktoritet. I klassrummet är det därmed eleverna som avgör vem som är t.ex. en rationell auktoritet.

Peters (1959/1979) utgår från Webers indelning av auktoriteter när han studerar auktoriteter i skolans värld. Han konstaterar att i skolan fungerar ofta läraren som en traditionell auktoritet. Den traditionella auktoriteten kan i kraft av sin ställning säga att ”så är det” utan argument, vilket bl.a. kan leda till att elever blir mer eller mindre tvungna att lära utantill och blir därmed intellektuellt beroende av läraren (Geddis, 1998). Peters (1959/1979) och sedermera bl.a. Russel (1983) och Geddis (1998) menar att lärarens roll som den rationella auktoriteten istället bör betonas i skolan. En rationell auktoritet inom t.ex. skolans naturvetenskap skulle då behärska de naturvetenskapliga resurserna som används inom kunskapsområdet och hjälpa eleverna att på olika sätt skapa sammanhang och ge förklaringar, motiveringar och argument för det som påstås. En rationell auktoritet hjälper med andra ord eleverna att etablera meningsfulla relationer, så att det leder till intellektuellt oberoende för eleverna (Geddis, 1998). Det innebär att en sådan rationell auktoritet hjälper elever genom ”adult guidance”, som Vygotsky (1978) uttrycker det, så att de kan nyttja den proximala utvecklingszonen, ZPD. Eller zonen för den närmaste, eller möjliga, utvecklingen i just den situationen, som skulle vara en korrektare översättning (Dysthe & Igländ, 2003). Denna zon (”zone of proximal development”, ZPD), definierade Vygotsky (1978) som:

the distance between the actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers (Vygotsky, 1978, s. 86).

Det blir med andra ord möjligt för elever att förstå något på ett mer relevant sätt i interaktion med någon som är mer erfaren på området i fråga, dvs. en rationell auktoritet (enligt Webers [1956] definition). Detta kan ses som en mästare-lärling-situation<sup>56</sup>. I skolans värld kan man då se läraren som mästaren som känner till kunskapsområdet och eleverna som de som ska ta sig in i, det för dem nya, kunskapsområdet (jfr. Rogoff, 1995). Lärande beskrivs ibland också som att man tar sig in i och blir deltagare (Sfard, 2000) i en ny diskurs<sup>57</sup>, eller kunskapsområde, *med hjälp av andra*, på området mer erfarna personer (Vygotskys 1978), och att man på så sätt lär sig att mer och mer behärska de resurser som används inom diskursen i fråga (Säljö, 1996).

Många studier har gjorts i s.k. Vygotskianskt sociokulturell anda där läraren bl.a. setts som en "scaffolder" (eller stöttepelare). Scaffolding-metaforen introduceras av Wood, Bruner och Ross (1976) i en studie om hur barn i åldrarna 3-5 år blir handledda i en problemlösningssituation av en vuxen person. De konstaterar bl.a. att handledningen är kontextberoende och handlar bl.a. om att väcka intresse hos barnet, om att markera vad som är relevant att uppmärksamma för barnet, och om en sorts känslighet för hur och vad barnet uppfattar i interaktionen för att kunna ge relevant feedback. Scaffolding-metaforen har tolkats och använts på en rad olika sätt i olika studier, alltifrån en direkt applicering av undervisningen i elevers ZPD (Wells, 1999) till synen på scaffolding som en liten del av vad som ligger i helheten av begreppet ZPD (Daniels, 2001). Verenikina (2003) menar att risken med scaffolding-metaforen är att den kan leda till en syn på elev-lärare-interaktionen som en enkelriktad kommunikation där eleven blir en passiv mottagare av lärarens direkta instruktioner. Detta går stick i stäv med Vygotskys idé med ZPD, som i stället kan sägas betona en form av samarbete, överenskommelse och medförståelse, eller delad förståelse, mellan elev och lärare, s.k. intersubjektivitet (se även Wertsch, 1998; Verenikina, 2003). Scaffolding tolkad som direkt instruktion kan till och med vara kontraproduktivt genom att hindra elevers meningsskapande i vissa kontexter, menar Verenikina (a.a.). Interaktionen mellan lärare och elever kan ses som ett samspel, en sorts guided participation (jfr. Rogoff, 1995; Säljö & Bergqvist, 1997), som har som syfte att hjälpa och vägleda eleverna in i ett kunskapsområde på elevernas villkor.

---

<sup>56</sup> Jfr. Jernström (2000) som i sin avhandling beskriver hattmakarens utbildning från lärling till mästare.

<sup>57</sup> Jfr. termen *språkspel* som beskrivs vidare i kapitel 4.

Lidar, Lundqvist och Östman (2005) har gjort en studie som visar hur lära- ren under laborationer fungerar som stöd för eleverna genom att göra s.k. *epistemological moves* på olika sätt och därmed fungera som riktningsgiva- re. Läraren som riktningsgivare försöker uppmärksamma eleverna på vad som räknas som relevant kunskap i situationen i fråga, och på vilka relevan- ta sätt man kan nå kunskap. Lidar et al. urskiljer sex olika *epistemological moves* i sin studie (s. 14): *confirming*, att konfirmera att eleverna uppmärk- sammat det korrekta fenomenet eller att de gör ett lämpligt experiment, ge- nom att hålla med om vad eleverna säger eller gör; *re-constructing*, genom att försöka uppmärksamma eleverna på att vad de redan noterat, men inte sett som giltigt resultat, är ett viktigt resultat och värt att registrera; *instruc- tional*, när läraren ger eleverna en direkt eller konkret instruktion för hur och vad de ska göra för att få fram en lösning på ett problem; *generative*, när läraren summerar vad som är viktigt i experimentet att ta notis om och på så vis underlättar för eleverna att generera förklaringar; *re-orienting*, genom att visa på att det kan finnas annat som är värt att undersöka inom experimentet, vilket kan få eleverna att byta inriktning på problemlösning- en; *regulative*, genom att uppmärksamma eleverna på vilka frågor som kan eller inte kan ställas till läraren (läraren i exemplet markerade att hon inte ville tala om för eleverna ifall de hade kommit på den korrekta lösningen). En av författarnas viktigare slutsatser är att lärarens *epistemological moves* har betydelse för vad eleverna lär.

### **3.5.2 Lärares didaktiska kompetenser**

Lärares profession har aktualiserats på senare år och man frågar sig, vari ligger lärares profession och kompetens (t.ex. Aili & Brante, 2006). Aili och Brante (a.a.) studerar lärares arbete utanför undervisningsdelen. Det visar sig att huvuddelen av lärares arbete ägnas åt annat än s.k. kvalifice- rande (lärar-) arbete, dvs. sådant som inte kräver eller ingår i en lärarutbild- ning (t.ex. administration). Enligt Bengtsson och Kroksmark (1993) är dock undervisningskompetensen kärnan i läraryrket. Flera forskare har försökt att beskriva lärares kompetenser inom undervisningen (t.ex. Alexandersson, 1994; Zetterqvist, 2003).

Många gånger talar man om lärares s.k. tysta kunskap (jfr. t.ex. Polanyi, 1958/2002) i undervisningssammanhang, dvs. en slags kompetens som tycks finnas, men som man har svårt att uttrycka i ord. Enligt Schön (1983/2006) är det exempelvis när saker och ting går på rutin, och man inte behöver tala om vad som görs eller hur det görs, som det till slut blir en

form av tyst kunskap som används. Läraryrket har ju dessutom av tradition varit ett ensamarbete (tillsammans med barnen), vilket också kan vara en orsak till att yrket utvecklat ett kunnande som är svårt att tala om. Shulman (1986, 1987) myntade begreppet Pedagogical Content Knowledge (PCK), som fokuserar samspelet mellan lärare och elev i relation till innehållet. Han definierar PCK som ”that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding (1987, s. 8). Segall (2004) påpekar dock att det kan vara olämpligt att göra skillnad på content och pedagogy då det i innehållets språk redan ligger en form av pedagogy, dvs. ett sätt att formulera och framföra innehållet<sup>58</sup>. Innehållet styrs med andra ord både av *vad* som sägs/görs och av *hur* det sägs/görs. Även det ”pedagogiska” valet av ”vad”, dvs. vad som inkluderas respektive exkluderas i undervisningen, påverkar vad eleverna får möjlighet att känna, värdera och lära om världen (Segall, 2004; Östman, 1995). Flera studier har dock gjorts där man försökt belysa begreppet PCK (t.ex. Henze, van Driel & Verloop, 2007) och hur lärare utvecklar det. van Driel, de Jong och Verloop (2002) konstaterar t.ex. i sin studie att lärares/lärostudenters PCK utvecklas främst under det praktiska handlandet i klassrummet. Trots att PCK är ett allmänt vedertaget begrepp finns det, enligt Loughran, Mulhall och Berry (2004), få NO-specifika exempel som illustrerar just PCK. De menar dock att det kanske inte är så förvånande då lärares kunnande är svårfångat och att det inte finns något språk för att uttrycka sådan kunskap på ett adekvat sätt. Dessutom är lärare ofta omedvetna om detta kunnande då det ofta är kontextualiserat och därmed förknippat med speciella elever och situationer. Schoultz (2000) talar om att lärares ”känslighet för hur interaktion skall ledas framåt kan ses som en vital komponent i lärande och i pedagogiska samtal” (a.a. s. 77). Denna situationella/kontextuella känslighet för interaktion skulle med andra ord vara en del i lärares kompetens. Barnett och Hodson (2001) betonar detta genom att etablera begreppet Pedagogical Context Knowledge (PCxK).

Kritik har riktats mot den kategorisering av kunskaper som t.ex. begreppet PCK innebär (t.ex. Carlsen, 1999) då det lätt ger en statisk och strukturalistisk syn på kunskap. Carlsen (1999) menar att sådana modeller har en begränsad användning och ”are best viewed as a heuristic, not an immutable roadmap of any real individual’s cognitive structure” (s. 135). För att undvika den statiska klangen i ordet kunskap använder jag i fortsättningen or-

---

<sup>58</sup> Jämför companion meanings/följemeningar, Östman (1995, 1998).

det kunnande i förekommande fall för att betona den dynamiska innebörden.

### ***Lärarytveckling***

Studier om lärares uppfattningar om lärande och undervisning visar att lärare många gånger är resistent mot förändringar och innovationer i läroplaner och gärna fastnar i vanor och rutiner (t.ex. Johnston, 1992). Eick och Reed (2002) visar också hur lärares egna skoltidserfarenheter av bl.a. sina lärare formar lärarnas syn på sitt arbete till både form och innehåll. Lang (2001) förklarar förändringsobenägenheten bl.a. med att det är både svårt och tidskrävande med förändringsprocesser när erfarenheter och rutiner utvecklats under lång tid.

Ett sätt att försöka lyfta fram och utveckla lärares (tysta) kunnande har under de senaste decennierna varit att rekommendera lärare att själva (och tillsammans med kollegor) reflektera över sitt eget arbete och sitt kunnande i enlighet med Schöns (1983/2006) teorier om reflektion i handling (Alexandersson, 2004). Exempelvis Linder, Leonard-McIntyre, Marshall och Nchodu (1997) studerar fysiklärares reflektion och utvecklande av sitt eget lärande i arbetet med elever.

### ***3.5.3 Forskning kring lärares didaktiska kompetenser och didaktiska roll efterfrågas***

Som nämndes ovan finns det, enligt Loughran et al (2004), inte så mycket forskning med NO-specifika exempel som illustrerar lärares kompetens (t.ex. PCK). Dessutom saknas det, enligt Loughran et al (a.a.), ett språk för att uttrycka lärares kunnande. Frost (2003) efterlyser mer forskning kring bl.a. lärares sunda förnuft, *nous*, som kan komma till uttryck i olika kontexter, dvs. lärares "situational understanding" (som jag benämmer lärares situationella didaktiska fingertoppskänsla), men också kring lärares auktoritet. Lunetta (1998) hävdar att forskningen angående hur lärare kan hjälpa till att gynna elevers lärande och utveckling ännu bara påbörjats och att fortsatt forskning kring detta därför är viktigt.

## **3.6 Sammanfattning**

Det finns en näst intill oändlig mängd studier kring elevers lärande. I detta kapitel har några få nämnts som har beröring med föreliggande studie. Det handlar främst om laborationer, deras syften och instruktioner samt labora-

tionsutrustningens och språkets betydelse för lärandet, men också om lärarens roll i elevers meningsskapande. Trots denna stora rikedom på befintliga studier finns det en stor efterfrågan på studier inom dessa områden. Ju mer man studerar lärprocessen och dess komplexitet desto mer inser man att man inte funnit svar på<sup>59</sup>.

I följande kapitel beskrivs de teoretiska utgångspunkter som ligger till grund för föreliggande studie.

---

<sup>59</sup> Dvs. när något står fast kan man uppmärksamma nya mellanrum... Bland annat om detta kan man läsa i denna avhandling.

## 4 TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER

I detta kapitel beskrivs de teoretiska utgångspunkter som ligger till grund för den studie jag gjort om elevers lärprocesser uttryckta i tal och handling under laborationer inom kunskapsområdet ellära. Jag inleder med att presentera hur skolans naturvetenskapliga verksamhet kan ses som ett språkspel, där lärprocessen är i centrum och där både elever, lärare och omgivning ses som deltagare. Jag fortsätter kapitlet med att beskriva hur lärprocesser kan ses ur olika aspekter samt hur lärprocesser, som kommer till uttryck i kommunikation och handling, kan studeras. Kapitlet avslutas med ett förtydligande av syftet med denna avhandling.

### 4.1 Skolans naturvetenskapliga verksamhet i form av språkspel

I didaktisk och pedagogisk forskning har man funnit ett allt större behov av att visa hur vårt meningsskapande, som kommer till uttryck i form av handlingar och tal, är beroende av vår sociala, historiska och språkliga omgivning. Några vanliga begrepp som används för att beskriva detta är kultur, diskurs och praktik. Många gånger används dessa begrepp mer eller mindre synonymt.

Man kan säga att vi alla föds in i och förankras på så sätt i en gemenskap med sociala, kulturella och historiska samband (se t.ex. Vygotsky, 1978; Säljö, 2000; Wertsch, 1998). Denna kultur beskrivs av Geertz (1973/1993) som en väv eller ett nätverk som människosläktet själv spunnit. Vårt tal och våra handlingar ingår i och influeras av denna kulturförankring, som kan sägas utgöra en ram inom vilken vi som individer formas och formar oss själva i den dynamik som uppstår i olika sociala samspel. Samtidigt som den omgivande kulturen förser oss med verktyg för kommunikation av olika slag och förhållningssätt i den konkreta verksamheten, begränsar den också de handlingsalternativ som blir möjliga (Säljö, 1999a).

Inom kulturer förekommer subkulturer av olika slag för olika verksamheter, eller praktiker, (Lave & Wenger, 1991). En sådan praktik kännetecknas bl.a. av att deltagarna talar och handlar (interagerar) på ett särskilt sätt utifrån vissa specifika teorier, eller perspektiv, och använder karakteristiska

termer och specifika artefakter (s.k. medierande<sup>60</sup> verktyg) för olika ändamål. Det finns forskning som fokuserar och studerar verksamheten med dess aktiviteter och deras syften (s.k. verksamhetsteoretisk forskning). Det finns också forskning där den språkliga kommunikationen är det centrala (s.k. diskursteoretisk forskning). Inom den senare forskningen förekommer en stor variation i användningen av termen diskurs, alltifrån att enbart omfatta språket och/eller kommunikationen till att omfatta hela verksamheter och deras institutionaliserade sätt att tala och handla, dvs. sätt att använda språk och artefakter utifrån vissa mönster. Denna variation i användning kan göra att begreppet blir svårt att kommunicera. Cherryholmes (1988) hävdar att det egentligen inte finns någon avgörande skillnad mellan begreppen praktik och diskurs och Foucault (1993, s. 57) definierar begreppet diskurs som ”... namn på hela den praktik som frambringar en viss typ av yttranden”. Detta kan jämföras med hur Wittgenstein (1953/1996, § 7) talar om detta: ”... Jag kommer också att kalla helheten, som består av språket och de därmed sammanvävda aktiviteterna, för språkspel”. Skillnaderna tycks inte vara så stora. Som framgår av nedanstående har jag valt att i denna avhandling främst använda mig av Wittgensteins benämning, språkspel.

I detta avsnitt beskriver jag vad ett språkspel kan vara och hur tal och handling perspektiverar omvärlden med dess föremål och företeelser samt hur olika interaktionserbjudanden blir möjliga i mötet med medierande resurser.

#### **4.1.1 Språkspel**

Som beskrivs i kapitel 3 ovan kan exempelvis termen ”sur” få olika innebörd beroende på i vilket sammanhang, eller språkspel, den används. Orden får alltså sin mening just i användningen (Wittgenstein, 1969/1992, § 61). Varje verksamhet har sitt specifika språkspel med sina teorier, termer, artefakter och regler för hur dessa används.

Inom en viss praktik används specifika artefakter, t.ex. tandläkarens instrument eller murarens verktyg, som avgör vad som är möjligt (och inte möjligt) att göra. Redskapen utvecklas med tiden och därmed vad och hur något kan göras inom praktiken. Med denna utveckling tycks även följa regler om vad och hur man talar om något. Det innebär att praktiker föränd-

---

<sup>60</sup> Se avsnitt 4.1.4 nedan.

ras när nya medierande resurser som t.ex. artefakter eller termer tillförs och används (Wertsch, 1995).

Det kan alltså tyckas som att det inom en praktik, finns outtalade *regler* för hur man talar och handlar och om vad, precis som i ett spel. På grund av dessa spelliknande, implicita regler jämförde Wittgenstein (1953/1996; 1969/1992) ofta våra liv med att vi deltar i olika spel, s.k. språkspel. Med det vill han betona att vi talar och handlar på olika sätt beroende på vilket sammanhang vi befinner oss i. Varje praktik kännetecknas alltså av de handlingar (inklusive kommunikation) som innesluts i den, liksom de artefakter som används, men även av att vissa saker inte innesluts, dvs. att vissa handlingar utesluts och alltså inte hör dit. Vi kan exempelvis se det som opassande att utföra vissa handlingar och till och med obegripligt att ställa vissa frågor i vissa sammanhang (jfr. Wittgenstein, 1969/1992, t.ex. § 317). Det är alltså som om det utvecklats regler, såväl implicita som explicita, som styr hur tal och handling ska förstås och därmed användas, och vad som kan sägas och göras och hur, och vad som blir osagt och ogjort inom ett givet språkspel.

Discourses<sup>61</sup> dominant in a historical period and geographical location determine what counts as true, important, or relevant, what gets spoken, what remains unsaid (Cherryholmes, 1988, s. 35).

Av detta kan man se att vissa följemeningar (Östman, 1995) förekommer inom språkspelen i fråga om vad som räknas (counts, Cherryholmes, 1988) eller är giltigt, dvs. värderingar och normer är explicit eller implicit inbäddade i och tas för givna i det som sägs och görs.

Det är med hjälp av dessa, ofta implicita, följemeningar och regler som språkspelen reproducerande möjliggörs och kontinuiteten kan upprätthållas. Att vara deltagare i ett språkspel innebär att man i såväl tal som handling visar att man tillägnat sig dessa oskrivna regler och normer (jfr. även Hjälmeskog, 1999; Säfström, 1994). Med det är det inte sagt att språkspelen är rigida, utan de formas historiskt och kulturellt och förändras och utvecklas hela tiden bland annat med hjälp av de erfarenheter vi gör och med de olika former av kommunikation som vi använder även inom andra domäner (jfr. Vygotsky, 1934/1999). Säljö (2000) uttrycker något liknande angående begreppet diskurs:

---

<sup>61</sup> Jfr. Språkspel.

Att utveckla diskurser<sup>62</sup> om omvärlden är ett av de mest påtagliga sätt genom vilket människan samlar erfarenheter och omskapar sin verklighet (a.a. s. 35).

Språkspelet kan sägas innefatta alla interaktioner, allt som avhandlas, och hur, i såväl kommunikation som handling. Det inkluderar alltså även artefakterna i t.ex. den specifika skolpraktiken, liksom de regler som styr ”spelet”. Språkspelet är som en helhet, bestående av en viss praktik med dess språk, teorier (perspektiv/förklaringsätt) och artefakter samt de regler som styr deras användning i tal och handling. Termer som t.ex. sociala språk, språksfärer, språkbrukssfärer, talgenrer, dialog (Bakhtin, 1991; Linell, 1998), scen (stage)/omvärld (Szybek, 1999, 2002), arena (t.ex. Schoultz, 2000), tolkningsram, meningsdomän (Hundeide, 2003), tematiska mönster (thematic pattern) (Lemke, 1990), osv. har även använts på liknande sätt som språkspel. I föreliggande avhandling använder jag hädanefter främst termen språkspel enligt ovanstående tolkning av Wittgensteins begrepp.

I avhandlingen används benämningen ”skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet<sup>63</sup>”, vilket innefattar hur man handlar och talar om elektricitet i skolans naturvetenskapliga<sup>64</sup> verksamhet om ellära. Genom åren har skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet, dvs. där lärandet om elektricitet är det centrala, utkristalliserats, formats och utvecklats av forskningen inom kunskapsområdet om elektricitet, men även av såväl den pedagogiska/didaktiska forskningen som den verksamhet som bedrivs på skolorna utifrån lärares praxiserfarenhet. I skolans NO-verksamhet kan man säga att olika språkspel möts, främst skolans naturvetenskapliga och olika vardagliga respektive naturvetenskapliga sådana.

#### **4.1.2 Perspektivering**

Vygotsky och Dewey, vilka i mångt och mycket också ligger bakom de teoretiska utgångspunkter som föreliggande avhandling bygger på, har visat sig ha flera gemensamma nämnare (Dysthe & Igländ, 2003; Lindqvist, 1999; Engeström & Miettinen, 1999). De utgår båda t.ex. från att den verklighet vi uppfattar till stora delar bygger på hur vi talar om och handlar i den. Båda ser därmed språket som ett medierande<sup>65</sup> verktyg. Språket är ett

---

<sup>62</sup> Jfr. Språkspel.

<sup>63</sup> Benämningen *skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet* används ibland synonymt med kunskapsområdet *ellära* i denna avhandling.

<sup>64</sup> Benämningen *skolans naturvetenskapliga verksamhet* används synonymt med *skolans NO-verksamhet* i denna avhandling.

<sup>65</sup> Se vidare i avsnittet 4.1.4 Medierande verktyg, nedan.

kommunikationsredskap, men fungerar också bl.a. som länk mellan kollektiva och individuella erfarenheter. Språket kan sägas ha en indikativ (utpekande eller betecknande) funktion när vi t.ex. benämner olika företeelser i vår omvärld. Termerna fungerar då som betecknare. Men orden i sig har, som tidigare nämnts, ingen mening utan får sin mening först i användningen i ett sammanhang (jfr. Wittgenstein, 1953/1996). Det innebär att ett ord kan ha olika innebörd beroende på i vilket sammanhang det används. Språket har med andra ord även en semiotisk (teckengivande, teckenskapande) funktion, där det handlar om att skapa och återskapa mening (det betecknade) och innebörd i olika sammanhang. Språket kan därmed sägas vara konstitutivt, dvs. världen ”överförs” till en språklig form när vi talar om den. Detta kan göras på ett oändligt antal olika sätt beroende på vilken aspekt av en händelse eller ett föremål man har som syfte att fokusera och vad som är relevant i sammanhanget (Säljö, 1999a). Språkliga konstruktioner fungerar på så sätt som

... konkreta redskap för att skapa ordning och reda i en dynamisk och mångtydig verklighet, och när man använder dem finns en tendens att vi börjar se omvärlden i de mönster som språkliga kategorier tillhandahåller (Säljö, 1999a, s. 77).

Det innebär alltså att vår förståelse av omvärlden blir beroende av hur vi talar om och handlar i vår omvärld (jfr. även Lakoff & Johnson, 1980). I interaktion med omgivningen konstitueras verkligheten utifrån det specifika sammanhang deltagarna befinner sig i, dvs. beroende på vilket perspektiv man intagit. Med hjälp av vårt tal och våra handlingar byggs specifika interaktionsmönster upp, med specifika regler och normer för olika sammanhang eller verksamheter (Evaldsson et al., 2001). Det innebär att mänskliga föreställningar och kunskaper skapas socialt i samspel med andra människor och med omgivningen bestående av t.ex. artefakter (Vygotsky, t.ex. 1934/1999, 1978). Kunskapen är alltså socialt konstituerad i speciella kulturer, eller språkspel, och existerar i och genom handling och kommunikation (jfr. Säljö, 2000). Hur och vad vi uttrycker beror alltså på vilket språkspel vi deltar i och därmed vilket perspektiv vi intar. Hur vi uppfattar den omgivning vi befinner oss i styrs därmed av de interaktioner som sker i det sociala samspelet i det specifika språkspelet.

Det som kännetecknar en viss verksamhet är just att man inom denna använder specifika språkkonstruktioner. Man fokuserar vissa delar av världen och talar, syftar och handlar i enlighet med detta (Säljö, Riesbeck, & Wyndhamn, 2003).

Som individer förstår vi vad vi ser och hör med hjälp av de diskurser<sup>66</sup> om världen som vi är bekanta med. Världen blir så att säga i stor utsträckning förtolkad för oss genom de diskursiva mönster vi exponeras för. Diskurser svarar således för kontinuitet i hur vi uppfattar företeelser i omvärlden och de är därmed inte heller neutrala eller enbart registrerande... (Säljö, 1999a, s. 84).

Termerna diskurs (som Säljö ovan använder det) respektive språkspel innefattar alltså mer än bara språket. Det inkluderar även deltagarna i verksamheten som uttrycker och uppfattar det sagda eller skrivna. Språket blir därmed en handling inom en viss verksamhet. Språket är dessutom strukturerat efter speciella mönster som våra uttalanden följer när vi interagerar inom en viss social domän (Östman 1995). Hur vi konstituerar världen i en given situation är med andra ord knutet till vilken aspekt av ett föremål eller en händelse vi för tillfället vill fokusera (Schoultz, 2000), dvs. vilket språkspel som är aktuellt, eller, som Säljö, Riesbeck och Wyndhamn (2003) uttrycker det, hur vi *perspektiverar* föremålet eller händelsen. Vissa aspekter hamnar då i förgrunden och andra i bakgrunden (jfr. Marton & Booth, 2000). Vi tolkar alltid världen från ett visst perspektiv och ser därmed bara det som är synligt för oss från den horisont där vi befinner oss (Dysthe, 2003a). Världen är med andra ord full av olika versioner, då var och en ser världen utifrån sina erfarenheter i den specifika verksamheten (jfr. Marton & Booth, 2000). Det innebär att vi i olika konkreta verksamheter eller kontexter talar om föremål och fenomen på olika sätt inom ramen för dessa.

Inom en praktik, eller verksamhet, använder man speciella termer, teorier och artefakter. Inom medicinen används t.ex. en viss vokabulär för att benämna olika sjukdomar, ofta på latin. I detta fall skulle man då kunna tala om ett medicinskt språkspel. Medan vi till vardags använder andra namn för samma sjukdomar, dvs. ett vardagligt språkspel. Angående t.ex. elektricitet, som är aktuellt i denna avhandling, talas det inte om eller hanteras det inte likadant av en elektriker på en elfirma (utövarens språkspel), fysikläraren (skolans språkspel), vetenskapsmannen (teoretikerns språkspel) eller i hemmet (amatörens eller det vardagliga språkspelet) (jfr. Winther Jørgensen & Phillips, 2000; Sjöberg, 2000). Beroende på vilket språkspel man är involverad i för tillfället, ”ser” man olika saker (jfr. Losee, 2001; Säljö & Bergqvist, 1997), det vill säga man urskiljer det som man för tillfället kan upptäcka, beroende på de upplevelser och erfarenheter man hittills har om

---

<sup>66</sup> Jfr. Språkspel.

situationen i språkspelet i fråga (jfr. Dewey, 1925/1958; Marton & Booth, 2000).

Språkliga konstruktioner används främst för att mediera en innebörd eller hur något fungerar. Det innebär att vårt sätt att uppleva, känna, tänka och agera gentemot omvärlden beror på hur vi konstituerar denna med hjälp av språket (Säljö, 2000).

Som tidigare nämnts har naturvetenskapen länge präglats av kravet på objektiva observationer och även hävdats att de naturvetenskapliga observationerna, och därmed kunskapen, är teorineutrala och därmed nära sanningen. Hanson (1958) påpekar dock, med utgångspunkt i bl.a. Wittgenstein (1953/1996), att alla s.k. fakta alltid är teoriladdade eller teoriimpregnerade, och därmed sprungna ur ett visst perspektiv. Liksom Säljö och Bergqvist (1997) diskuterar Hanson (1958) frågan om vad som kan "ses", och hävdar att s.k. sinnesdata alltid är tolkade data som placerats in i en viss tolkningsram, dvs. de teorier man utgår ifrån avgör vad och hur man observerar (jfr. även Losee, 2001; Alvesson & Sköldberg, 1994). Kunskap existerar aldrig i ett vakuum, utan är invävd i en historisk och kulturell kontext (Dysthe, 2003a). All kunskap kan därmed sägas vara situerad (jfr. Brown, Collins & Duguid, 1989). Detsamma gäller språket genom vilket kunskapen kommer till. Orden får, som tidigare nämnts, mening i den situation och det sammanhang eller det språkspel utifrån vilket de används. Det innebär t.ex. att en elevs svar på en fråga i en intervju, enkät, prov eller muntligt förhör är situerat i den aktuella sociokulturella praktiken och beror med andra ord på den kontext (eller språkspel) där frågan ställs (jfr. t.ex. Schoultz, 2000). Vad som lyfts fram i svaret beror på hur, när och var frågan presenteras (Hundeide, 2006), dvs. beroende på vilket språkspel som tycks gälla. Det får till följd att t.ex. en elev ofta kan förklara ett och samma fenomen på flera olika sätt beroende på kontexten. Om man då, som NO-lärare ofta gör, lägger fram frågor ur ett vardagligt perspektiv, kan det leda till att eleverna också lockas att svara utifrån ett vardagligt perspektiv. Men läraren förväntar sig ändå att eleven ska svara utifrån ett naturvetenskapligt perspektiv (eller språkspel) och svaret bedöms därefter (Schoultz, 2000). Det är inte lätt, menar Schoultz (2000), för den oinvigde att ensam orientera sig i en okänd begreppsvärld som t.ex. naturvetenskapen i skolan. Att då hävda att det handlar om elevers s.k. "misconceptions" eller "conceptual change", som t.ex. Strike och Posner (1992) gör, blir missvisande. Det visar snarare på behovet av att känna till att det finns olika språkspel med olika regler och att inse vilken förklaring som är lämplig att ta upp i den specifika situa-

tionen. Klassrumssamtalet blir därför viktigt för att kunna lära sig detta språkspel.

### **4.1.3 Interaktionserbjudande**

I möten inom ett språkspel med andra människor (och även andra organismer) och medierande resurser, som t.ex. artefakter och språk, erbjuds en mängd möjligheter till interagerande. Gibson (1979/1986) kallar detta *affordances* (erbjudanden), vilket kan inkludera händelser, aktiviteter (tal/handling) eller egenskaper hos organismer, föremål och företeelser i omgivningen som kan leda till interaktiva handlingar. Greeno, Collins och Resnick (1996) och även andra har senare utvecklat begreppet och använt det inom t.ex. studier av situerat lärande. Linderoth (2004) har försvenskat termen till *interaktionserbjudanden* och använder den i studier av barns/elevs meningsskapande med hjälp av datorspel för att beskriva vad dessa spel erbjuder.

I Gibsons (1979/1986) arbete med ekologisk psykologi studerar han hur möjligheter, men även begränsningar, i miljön ger upphov till erbjudanden till interaktion för olika organismer. Gibson ser organismer och deras miljö som en helhet, där de står i ett ömsesidigt, icke-dualistiskt, förhållande till varandra. Det kan jämföras med den beskrivning Waltz (2004) ger av artefakter, dvs. att artefakter kan ses som deltagare i en verksamhet. Gibson ser även andra organismer och miljön i allmänhet som deltagare i verksamheten. Waltz och Gibson delar med andra ord inte världen i subjekt kontra objekt<sup>67</sup>.

Beroende på kultur, erfarenheter, situation, syfte, språkspel osv. kan olika människor, men även olika organismer, erfara olika interaktionserbjudanden, och därmed interagera på olika sätt med omgivningen i olika situationer. En företeelse kan på så sätt få olika innebörder för olika individer och i olika sammanhang. Man kan beskriva interaktionserbjudanden som relationer mellan organismer och deras omgivning. När jag håller en penna i min hand kan den ge upphov till flera interaktionserbjudanden. Den erbjuder med andra ord flera sätt att handla eller interagera med den, inom vissa gränser. Jag väljer i en situation att interagera med den genom att använda den som ett skrivredskap. I en annan situation kan jag välja att använda den för att klia mig på kinden. När jag lägger ifrån mig pennan på bordet in-

---

<sup>67</sup> Jfr. Deweys (1938/1998) tal om transaktion, dvs. man får sin roll beroende på sammanhanget.

teragerar katten med den efter andra interaktionserbjudanden och petar ner den på golvet, hoppar ner efter den och petar in den under mattan, dvs. använder den som leksak. Mötet med pennan ger däremot inte erbjudande om att använda den för att t.ex. skotta snö, möjligen till att göra planteringshål i jorden för en stickling eller ett frö.

”Behavior affords behavior” (Gibson, 1979/1986, s. 135). Det innebär bl.a. att när vi säger eller gör något blir det ett erbjudande som leder till att andra organismer eller artefakter (som kan ge feedback, t.ex. en dator eller en voltmeter) kan agera/ge respons utifrån det. Och tvärtom – när t.ex. datorn ger feedback (eller inte ger den feedback man förväntar sig) blir det ett interaktionserbjudande för deltagarna i verksamheten.

Gibson (a.a.) menar att interaktionserbjudandena finns där hela tiden, även om individen inte lägger märke till dem. Enligt Linderoth (2004) specificerar ramverket ...

... ett urval av potentiella interaktionserbjudanden i situationen. Ett ramverk hjälper individen att se vilka interaktionserbjudanden som är framgångsrika/relevanta att agera mot här och nu (a.a., s. 77-78, kursivering i original).

Termen ramverk kan här tolkas ungefär som språkspel.

Beroende på vilket språkspellet som uppfattas vara relevant i en viss situation interagerar vi på olika sätt med såväl yttranden som artefakter, dvs. hur saker och ting urskiljs eller uppmärksammas beror på vilket språkspel som är aktuellt. Vad elever uppmärksammar i ett möte med speciella artefakter beror också på deras tidigare erfarenheter som reaktualiseras i mötet (jfr. Dewey, 1925/1958). Man skulle kunna säga att den användning och den mening som erbjuds, eller de interaktionserbjudanden som ges, i ett möte kan sägas uppstå i ett möte mellan bl.a. elevens tidigare erfarenheter och de begränsningar i form av inbyggda teorier i artefakten som är situerade i språkspellet.

I min studie använder jag termen interaktionserbjudande i ovanstående bemärkelser för att beskriva elevers möten med bl.a. medierande resurser som artefakter och språk.

#### 4.1.4 Medierande verktyg

Som tidigare nämnts är världen inte neutral, utan den uppfattas olika beroende bl.a. på vilket språkspel som är aktuellt. Verkligheten framträder inte omedelbart för oss, utan den förmedlas eller medieras genom olika socialt, kulturellt och historiskt producerade verktyg. Man kan säga att världen för-tolkas för oss med hjälp av dessa verktyg i form av t.ex. språk och artefakter. Vygotsky (1978, 1934/1999) talar om språk och artefakter som medierande verktyg eller medierande resurser. Som tidigare nämnts talar även Dewey (1925/1958) om språket som ett sätt att mediera mening (jfr. även Biesta & Burbules, 2003). Förutom det talade och skrivna språket inkluderade Dewey även ceremonier, ritualer och monument i språket, liksom konstprodukter och teknologiska produkter, dvs. medierande verktyg. Dessa handlingar och artefakter (liksom ord, jfr. Wittgenstein 1953/1996) har ingen mening i sig själva utan de får sin mening i användningen inom en viss mänsklig verksamhet, beroende på vilken roll de spelar i en viss situation. Det innebär att såväl språk som artefakter (medierande verktyg) är situerade. Enligt Wertsch (1995; 1998) skulle dessa medierande resurser kunna inkludera experiment, modeller, metaforer, och andra kulturellt utvecklade verktyg, s.k. *cultural tools* (eller *mediating means*). Med det syftar han på att de fungerar som verktyg, utvecklade och använda i en specifik kultur (eller språkspel). Termen mediera inbegriper en dubbelriktad process, vilket Cole och Scribner, redaktörerna till Vygotsky (1978) beto-nar. I introduktionen till boken (a.a.) förklarar de hur de tolkar medierings- termen i Vygotskys texter:

It is important to keep in mind that Vygotsky was *not* a stimulus-response learning theorist and did not intend his idea of mediated behavior to be thought of in this context. What he did intend to convey by this notion was that in higher forms of human behavior, the individual actively modifies the stimulus situation as a part of the process of responding to it. It was the entire structure of this activity which produced the behavior that Vygotsky attempted to denote by the term “mediating”. (Vygotsky, 1978, s. 13-14, kursiverat i original).

Mediering handlar med andra ord om att individen såväl formas av och formar situationen i mötet med och hanteringen av de medierande verktygen. Det är alltså fråga om individens unika handlande som ett svar på de interaktionserbjudanden som möjliggörs i mötet med de kollektiva kulturella verktygen inom en viss situation, vilket i sin tur påverkar själva situationen. Det är således en dubbelriktad process – en form av interaktion. De kulturella verktygen har alla en medierande funktion, vilket influerar såväl

individens interaktion med omvärlden, som dennes konstituerande av världen. Handlingar (inklusive tal) inom en kultur eller praktik kan ses ur minst två olika aspekter. Det handlar dels om hur handlingar bevarar kontinuiteten inom kulturen, dvs. de återupprepande (reproduktiva) handlingarna med de kulturella verktygen, och dels om de kreativa och utvecklande handlingarna, dvs. individers och kollektivens unika handlingar med dessa verktyg (Säljö, 2000). På så sätt blir mediering en aktiv process som blir till i människors handlande. Med andra ord handlar det om hur kulturens kontinuitet medieras på ett unikt sätt i varje situation. Den dubbelriktade påverkan som Vygotsky benämnde mediering har en motsvarighet i termen transaktion<sup>68</sup> (Biesta & Burbules, 2003). Det termen transaktion betonar är att det är i mötet mellan människor eller mellan människor och omvärld som deltagarna (inklusive t.ex. artefakter) blir till, eller får mening. Det innebär att det är situationellt hur vi uppfattar dels varandra, dels oss själva, men också artefakter och annat i vår omvärld.

Det handlar alltså inte om någon metafysisk förändring eller tillblivelse i termerna mediering och transaktion. Det är istället individens unika erfarenheter och kulturella vanor som får betydelse för vad som medieras i den specifika situationen, dvs. vilka interaktionserbjudanden som blir möjliga. Som tidigare påpekats har handlingar, artefakter och ord i sig ingen mening, utan de får mening beroende på den funktionella användningen av dem i den socialt delade praktiken eller språkspelet (Dewey, 1925/1958; Wittgenstein, 1953/1996). I vårt samspel med såväl människor som olika medierande resurser erfar vi världen med hjälp av dem. Det innebär att vårt tänkande och våra idéer liksom vårt sätt att tala och handla, konstitueras och utvecklas och så att säga färgas av den kultur vi lever i och dess intellektuella (t.ex. språk) och fysiska (t.ex. artefakter) verktyg (Säljö, 1996; 1999b; 2000; 2005). Det innebär också att vad som medieras färgas av kulturen eller det aktuella språkspelet.

Varje språkspel har sina egna artefakter där mänskligt kunnande och konventioner har konstituerats utifrån den specifika praktiken och dess kultur i generationer. Den gemensamma kulturen (eller språkspelet) medieras med andra ord bl.a. med hjälp av dessa medierande, kulturella verktyg som artefakter, språk, symboler osv. representerar när vi interagerar med dem.

---

<sup>68</sup> Jfr. Dewey, 1938/1998).

Eftersom mening konstitueras med hjälp av de medierande verktygen, måste även lärande göra det. Men liksom meningsskapande sker lärande utifrån reaktualiserade tidigare erfarenheter och är beroende av vilket språkspel som är fokuserat vid tillfället.

Förutom det talade och skrivna språket används inom de naturvetenskapliga språkspelen även andra ”medierande verktyg” eller ”resurser” (Vygotsky, 1934/1999), som till exempel bilder, diagram och andra artefakter av olika slag men även t.ex. experiment. Det naturvetenskapliga språkspellet utgör en synergistisk integration av dessa medierande verktyg (Lemke, 1998). De olika uttrycksformerna visar på olika aspekter av innehållet, vilka tillsammans kan underlätta lärandet av språkspellet i fråga (jfr. Kress, Jewitt, Ogborn & Tsatsarelis, 2001) förutsett att en kontinuitet kan ses (jfr. Gericke, 2005).

## **4.2 Lärprocesser i olika aspekter**

I detta avsnitt beskrivs olika sätt att se på, tala om och handla angående lärande och lärprocesser. Inledningsvis beskrivs kort ett mer traditionellt synsätt, där lärande ses som överföring av kunskap och värderingar. Därefter beskrivs synsätt på lärande som deltagande i meningsskapande möten i sociala praktiker.

### ***4.2.1 Lärande som överföring av kunskap och värderingar***

Att vara kunnig ses många gånger som att kunna rabbla en massa fakta utantill, t.ex. i tävlingar på radio och TV. Kunskap uppfattas då som något statiskt, något som är oföränderligt, en objektiv sanning som gäller nu och för alltid oavsett kontext. Lärande kan då ses som en form av överföring av kunskap och värderingar från en mer kunnig till en ”okunnig” person, alternativt som att den lärande själv aktivt bör söka och samla på sig den statiska och objektiva kunskapen.

### ***4.2.2 Lärande som deltagande i meningsskapande möten i sociala praktiker***

Utgångspunkten i denna avhandling är att kunskaper är dynamiska, dvs. innebörder eller mening förändras eftersom de är historiskt, kulturellt och situationellt förhandlade. Det innebär att kunskap om världen, dvs. mening, konstitueras och legitimeras som tidigare nämnts i sociala processer. Kun-

skaper är med andra ord beroende av i vilket språkspel de kommer till, eller konstitueras, och används. Eftersom vi alla har olika erfarenheter och därmed olika kompetenser kan man även tala om att kunskapen är distribuerad. Detta gör att samverkan i form av dialog, s.k. flerstämmighet, blir viktig i lärprocessen (Dysthe, 2003a, 1996). Meningsskapande och lärande sker med andra ord genom att delta i sociala praktiker, eller kulturella aktiviteter (Evaldsson et al., 2001). Lärande sker i

en konkret förankrad interaktionell process, där aktörernas handlingar är av helt avgörande betydelse för vilka kunskaper och värderingar deltagarna tillägnar sig (a.a., s. 15).

Interaktion eller kommunikation människor emellan kan ske på många sätt i form av blickar, övrigt kroppsspråk och andra sociala handlingar, men kanske tydligast genom talhandling. Dysthe (2003d, s. 10) beskriver språket och kommunikationen som ”själva förbindelseledet mellan individuella mentala processer och sociala läroaktiviteter”. Det innebär att språket är centralt i lärprocessen.

Kunskapande, eller lärande, sker alltså i och genom sociala och kulturella sammanhang, dvs. genom deltagande i meningsskapande möten, i interaktion med andra människor, genom litteratur och andra artefakter, handlingar, experiment osv. Detta deltagande i meningsskapande möten leder till att specifika vanor utvecklas, vilket innebär att världen blir mer differentierad och därmed mer meningsfull, dvs. världen blir lättare att urskilja och därmed att hantera, såväl språkligt som i andra handlingar (Biesta & Burbules, 2003). Vanorna eller handlings-/interaktionsmönstren blir en del i det aktuella språkspellet.

Vygotsky (1978; 1934/1999) framhåller att individens lärprocess (internalisering) alltid föregås av deltagande i sociala aktiviteter. Lärande kan beskrivas som en form av meningsskapande som sker ständigt och överallt i alla former av interaktion, såväl individer emellan som mellan individen och dennes omgivande värld i form av t.ex. föremål och idéer av olika slag. Dewey (1916/1999) påpekar att all kommunikation (inklusive handlingar) innebär lärande i någon mening. Man skulle kunna säga att lärande sker när vi möter och erfår omvärlden. Det innebär att lärande sker i situationer eller möten, men också att olika situationer ger olika lärande. Lärande är med andra ord situationellt och eftersom situationer är knutna till verksamheter blir lärande starkt sammanbundet med att delta i en praxisgemenskap (jfr. Lave & Wenger, 1991).

Att bli insocialiserad i och lära sig tala och handla inom en praktik är som tidigare nämnts som att lära sig ett spel – ett språkspel. Lärande handlar med andra ord om att bli delaktig i en praktikgemenskap och därmed lära sig det språkspel som är giltigt där. Lave och Wenger (1991) uttrycker det som att gå från ett perifert deltagande till ett mer centralt deltagande. Det går alltså ut på att lära sig reglerna för hur man gör (talar och handlar) inom en viss verksamhet och vilka teorier, eller förklaringsmodeller och perspektiv, som är gångbara där, så att man mer och mer och bättre och bättre behärskar och kan hantera såväl språk (inklusive perspektiv/teorier) som artefakter (Sfard, 2000; Säljö 1996; Wickman 2002). På så sätt får termer och artefakter mening i sitt sammanhang. Lärande kan med andra ord sägas handla om att kunna urskilja och anpassa sig till det språkspel som är aktuellt för tillfället. Hur mening skapas beror på hur olika möten organiseras i klassrummet (Wickman och Östman, 2002b), dvs. vilka interaktioner som erbjuds och vilka erfarenanden som blir möjliga. Det är alltså inte bara *vad* som sägs och görs, utan också *hur* det sägs och görs som har betydelse för vilken mening som skapas. Som tidigare nämnts följer exempelvis normer och värderingar, som gäller i språkspelen i fråga, mer eller mindre explicit med i de handlingar som utförs, t.ex. i de språkliga konstruktionerna, s.k. följemeningar (Östman 1995). Det som inte nämns kan antas inte höra till, medan det som uttrycks på ett eller annat sätt kan antas höra till språkspelen.

Att bli involverad i en verksamhet handlar om erfärande av denna genom interaktion med deltagarna (inklusive språk och artefakter, jfr. Waltz, 2004). Deltagande och kommunikation handlar med andra ord om att delge varandra av sina erfarenheter och att tillsammans utveckla dessa erfarenheter (Dewey, 1938/1998). Erfarenheter förekommer i form av relationer till omvärlden. Vi erfar hela tiden när vi upplever världen och relaterar till tidigare erfarenanden (från olika språkspel). Dewey (1938/1998) tolkar lärprocesser som en kontinuerlig erfarenhetsrekonstruktion och betonar därmed att lärandet är en förändringsprocess. Vi vet aldrig i förväg vilka erfarenheter vi kan ha nytta av vid senare tillfällen, dvs. vilka erfarenheter som är värdefulla eller när de blir det. Meningsinnehållet av en erfarenhet visar sig därför i dess konsekvenser, dvs. när det visar sig vara relevant och kommer till användning vid nya erfarenanden, där det re-aktualiseras (Östman, 2003; Lundin, 2007) och rekonstrueras. Det innebär att erfarenheten inte är statisk och fixerad. Det handlar alltså inte om en tidigare erfarenhet som bara är överförd till en ny situation, utan den tidigare erfarenheten är dynamisk och förändras eller rekonstrueras i det nya mötet. Dewey (1938/1998) betonar

hur erfarenheterna som görs i nuet relateras till det förflutna och hur de framöver kommer att användas i senare erfarenheter i framtiden och därmed får betydelse för hur och vad vi erfar då. Därmed upprätthålls kontinuiteten mellan det som upplevts och det som upplevs samtidigt som en förändring eller utveckling kan ske. Denna förändring gör att vi till och med blir en något annorlunda person av det vi upplevt (a.a.).

[E]very experience both takes up something from these which have gone before and modifies in some way the quality of those which come after (a.a., s. 27).

I möten, eller erfarenheten, med t.ex. artefakter interagerar vi utifrån våra tidigare erfarenheter av liknande möten. Det innebär att en artefakt ger upphov till vissa möjliga interaktionserbjudanden (jfr. Linderoth, 2004), men inte andra. Det vill säga artefakten medierar på ett visst sätt beroende på dels våra tidigare erfarenheter och dels hur dessa rekonstrueras i mötet, vilket är avhängigt våra syften i den specifika praktiken.

Dewey förknippas ofta med uttrycket ”learning by doing”, vilket bl.a. ligger till grund för den reformpedagogik som slog igenom i Sverige på tidigt 1900-tal (och sedermera utvecklades utifrån Piagets idéer) (Englund, 1986/2005). Kanske missuppfattades uttrycket ”doing” som att ”görandet” var det viktiga i läroprocessen. Vaage (2003, s. 121) beskriver hur Dewey såg på termen ”doing”. ”Enbart aktivitet – doing – är enligt Dewey ... inte tillräckligt för att förklara läroprocesserna. Det är relationen mellan kunskap och handling och vilket etiskt värde aktiviteten har som är det primära”. Dewey eftersträvar alltså en helhetssyn på erfarenheten och därmed på lärandet, där teori och praktik hänger ihop. Det handlar med andra ord snarare om att delta, ”uppleva” och ”erfara” än att bara ”göra”, vilket kan förekomma i skolan (jfr. Bergqvist, 1990, Bergqvist & Säljö, 1994). Dewey (1925/1958) ser läroprocessen som bestående av minst två steg. Det handlar för det första om att uppmärksamma ett problem av något slag och för det andra om att finna en lösning på detta problem.

En viktig teori kring hur man kan se på lärande, i relation till föreliggande avhandling, och som påminner om Deweys idéer, är *variationsteorin*, som Marton och hans medarbetare (se t.ex. Marton & Tsui, 2004; Marton & Booth, 2000; Runesson & Mok, 2004) har utvecklat. Teorin går ut på att man för att lära om ”något” måste bli varse detta ”något”, eller erfara det, på ett eller annat sätt genom någon form av interaktion, dvs. vi måste urskilja det från omgivningen. Det skulle kunna ses som en del i Deweys

ovan nämnda beskrivning av lärprocessen. Marton och hans medarbetare hävdar att denna varseblivning, eller urskiljning av ”något”, blir möjlig om vi får uppleva *variation* kring det som ska uppmärksammas, erfaras och läras. Vi skulle t.ex. inte uppmärksamma vad ljus är om vi aldrig hade upplevt mörker. Vi skulle ta ljuset så för givet att vi inte kunde ifrågasätta det. Urskiljning av något är därmed inte möjligt utan erfارande av detta något utifrån variation.

Vidare menar Marton och hans medarbetare att urskiljning är en viktig aspekt av lärandet, dvs. att upptäckten eller erfارandet av *skillnader och likheter* i förhållande till det som tidigare erfarits är en del av lärandet. I Wickmans och Östmans (t.ex. 2002a, 2002b)<sup>69</sup> metod för analys av meningsskapande studeras upprättandet av relationer, dvs. hur *likheter respektive skillnader* med något som man redan känner till eller har erfarit i tidigare möten relateras till nya erfarenheter i nya möten. Upprättandet av dessa relationer är en viktig del av meningsskapandet, då en kontinuitet skapas mellan de nya erfarenheterna och de tidigare, vilka därmed förändras eller rekonstrueras. Som tidigare nämnts, färgar våra tidigare erfarenheter hur vi upplever nya situationer (Dewey, 1938/1998), dvs. vilka likheter och skillnader som vi kan urskilja.

Lärande sker, hela tiden i interaktion med omvärlden (och med våra tidigare erfarenheter, när de re-aktualiseras). I vanliga fall, t.ex. i hemmet, sker lärandet utifrån tidigare (personliga) erfarenheter i en bekant miljö, dvs. man generaliserar med utgångspunkt i det redan kända – ”nerifrån och uppåt” (Säljö, Riesbeck & Wyndhamn, 2003). Men när lärandet sker på institutionell basis, i formaliserad utbildning, sker lärandet ”uppifrån och ner”. Eleverna möter då nya termer, modeller och teorier, som är svåra att applicera på tidigare erfarenheter eftersom eleverna sällan har några ”första-handserfarenheter av miljöer där dessa kunskaper och färdigheter är nödvändiga och funktionella” (Säljö et al., 2003, s. 223). Som deltagare i ett nytt språkspel kan det alltså vara svårt att urskilja vilka aspekter som finns och att veta vilka aspekter som är relevanta att fokusera på för tillfället (Säljö & Bergqvist, 1997). Det innebär att generaliseringar med nödvändighet då sker utifrån andras erfarenheter. För att lära inom formaliserad utbildning krävs med andra ord auktoriteter att tillgå för eleverna, som t.ex. lärare och läroböcker som de kan ta stöd och hjälp av (Wickman, 2002).

---

<sup>69</sup> Wickmans och Östmans analysmetod beskrivs utförligare i kapitel 6 nedan.

Stödet består bl.a. i att få hjälp med dels att urskilja vad som är relevant i språkspelet, dels att relatera de nya erfarenheterna till de tidigare.

När det gäller institutionellt lärande om naturvetenskap i skolan har det formulerats på flera sätt. Cobern och Aikenhead (1998) ser lärandeprocessen som en form av kulturgränsöverskridande (cultural border crossing), i detta fall en övergång från en mer vardaglig kultur till en mer specifik naturvetenskaplig kultur. Szybek (2002) beskriver lärandet inom naturvetenskap på ett liknande sätt, men talar i termer av att vi lever i olika ”omvärldar” (eller ”stages”, Szybek, 1999). I skolan sker då ”möten mellan den ’vardagliga’ kunskapens värld och den naturvetenskapliga kunskapens (i skolans tappning)” (Szybek, 2002, s. 122). Annorlunda uttryckt kan man säga att det handlar om en övergång från ett vardagligt språkspel till ett mer naturvetenskapligt språkspel. Skolan som verksamhet ses ibland som en ”hybridverksamhet”, där innehållet tas från t.ex. naturvetenskapliga praktiker och/eller vardagspraktiker för att sedan transformeras ner till en skolkontext. Skolan kan dock ses som en egen autentisk verksamhet, menar Carlgren (1999), där lärprocesser är en del av dess specifika kontext.

Inom *skolans naturvetenskapliga verksamhet*, som då kan ses som en egen autentisk verksamhet med lärande om naturvetenskap som huvudsakligt syfte, finns implicita regler för vilka specifika handlingar, teorier, termer, uttryck, experiment och speciella artefakter som har relevant användning i verksamheten (jfr. Lundin, 2007). Dessa skolans naturvetenskapliga resurser har under lång tid utvecklats genom sociala konventioner, och den som känner till skolans naturvetenskapliga språkspel hanterar de olika resurserna och tolkar t.ex. experiment och modeller på ett för språkspelet specifikt sätt. Inom forskning om elektricitet eller andra naturvetenskapliga språkspel används andra, mer djupgående teorier inom naturvetenskap, och andra artefakter, än de som används inom skolans språkspel om motsvarande kunskapsområden (jfr. t.ex. Winther Jørgensen & Phillips, 2000).

Att lära naturvetenskap i skolan handlar därför om att bli insocialiserad i en naturvetenskapligt och didaktiskt präglad tradition (dvs. i ett speciellt språkspel) (jfr. Sfard, 2000; Säljö, 2000; Wickman & Östman, 2002b). Det handlar alltså om att bättre och bättre behärska de speciella termer, teorier (synsätt/förklaringsätt/perspektiv), artefakter och handlingar som kännetecknar skolans naturvetenskapliga språkspel inklusive de regler som styr det.

## 4.3 Att studera lärprocesser

I detta avsnitt beskrivs vilken betydelse valet av perspektiv på såväl vetenskap som lärande kan ha för vad som blir möjligt att studera. Fokus i avhandlingen är att studera några aspekter på lärprocessen *in situ*. Avsnittet avslutas med en precisering av avhandlingens syfte.

### 4.3.1 Lärprocessen *in situ*

Wertsch (1991; 1998) liksom von Wright (2004) konstaterar att studier inom såväl den samhällsvetenskapliga och pedagogiska som den psykologiska forskningen ofta tycks göra ställningstagandet, att eftersom varje människa är unik kan den enskilda individen studeras utan hänsyn till omgivande miljö. I sådana studier tar man med andra ord den isolerade, slutna och ensamma människan som utgångspunkt och referens och förutsätter att individen bäst kan förstås som enskild och avgränsad från andra. Man ser dessutom ofta den enskilda människan som den som själv konstruerar sin egen kunskap. Inom den ämnesdidaktiska forskningen har elevers lärande ofta studerats med denna utgångspunkt, dvs. man har fokuserat på enskilda elevers mentala modeller, begreppsförståelse och begreppsförändringar (t.ex. inom kunskapsområdet ellära: Asami, King & Monk, 2000; Shipstone, 1984). Syftet med sådana studier tycks med andra ord vara att studera människors tänkande och intellekt (Säljö, 2000). Sådana studier visar dessutom ofta att eleverna inte lärt sig allt som de blivit erbjudna i undervisningen.

Wickman<sup>70</sup> (2006) är kritisk till den dikotomiska uppdelningen av lärande i kognition (ofta beskrivet som fakta, tänkande, mentala modeller, ibland t.o.m. likställt med lärande) och emotion (värderingar, motivation, känslor) som varit vanligt i den didaktiska forskningen. Han menar att estetiska erfaren (motsvarande emotion) utgör en viktig del av lärprocessen. Han är också kritisk till att man ofta i didaktisk forskning utgår från och tar för givet att emotion och kognition ses som inre tillstånd eller processer som man försöker kartlägga. Molander (2003) beskriver motsvarande med ett exempel om hur man kan se på fenomenet kärlek. Ur ett biologiskt eller biokemiskt perspektiv skulle kärlek kunna beskrivas som kemiska processer. Men det skulle inte säga något om människors handlingar gentemot varandra ur ett människovetenskapligt perspektiv.

---

<sup>70</sup> Jfr. Dewey som ser till helheten.

Att beskriva människor är att beskriva deras känslor, avsikter, levnadsförhållanden och livsåskådning. Detta låter sig inte göras genom beskrivningar av fysiologiska tillstånd (Molander, 2003, s. 165).

Flera studier har dock, som tidigare nämnts, gjorts där man istället studerat lärande ur ett människovetenskapligt perspektiv och visat att samspelet mellan individen och dess omgivning, bestående av t.ex. andra människor och medierande artefakter, spelar roll för elevers lärande, både till form och innehåll (t.ex. Cobern & Aikenhead, 1998; Mercer & Wegerif, 1999; Scholztz, 2000).

Att studera lärprocessen *in situ* innebär att man tar hänsyn till omgivningen, och att kontexten, och därmed språkspelet, har betydelse för människors erfaraande och handlande (inklusive kommunikation) i omvärlden. Genom att enbart studera den isolerade individen och se till dennes mentala strukturer eller s.k. kognitiva scheman och deras innehåll av begrepp som individen tänkes bära med sig förbises detta. Eftersom vi aldrig någonsin uppträder som isolerade individer är det ytterst komplicerat att mäta enskilda individers lärande av en specifik företeelse (t.ex. tidigare erfarenheter kan ha aktualiserats och därmed ha betydelse för utfallet) (Dysthe, 2003a). För att förstå individer och deras lärande är det nödvändigt att förstå de sociala relationer som omger dem, då hela kontexten påverkar individens handlande och därmed meningsskapandet och lärandet (Wertsch, 1991). I ett människovetenskapligt perspektiv (Molander, 2003) kommer därför mänskliga handlingar och relationer i centrum. Sociala handlingar är kontingenta (Vague, 2003), dvs. de är situationsbundna och sker många gånger oförutsett. De kan därmed inte förutsägas då de inte följer bestämda lagar på ett nomotetiskt sätt (Molander, 2003). För att studera lärprocesser i skolan och de villkor undervisningen erbjuder, samt vilka sociala aktiviteter och vilket deltagande som främjar (eller hämmar) önskat lärande, måste det därför vara en fördel att göra det i autentiska lärsituationer där mening ges och tas i samspelet mellan elever respektive mellan elever och lärare samt med övrig omgivning. Eftersom lärande dessutom sker i specifika möten eller situationer, dvs. är situerat (Lave & Wenger 1991), krävs det att studier av lärprocesser går på djupet och studerar lärandet i sitt sammanhang.

Dewey talar också om lärande som en social process och menar att lärande sker i interaktion såväl med andra människor som med övriga omvärlden (jfr. Biesta & Burbules, 2003). Interaktiva handlingar (inklusive kommunikation) blir då basalt i lärprocessen. Det är när vi *använder* språk och artefakter som vi upplever och erfår världen, dvs. när vi får erfarenhet och skaf-

far oss vanor. Subjekt och objekt finns inte givna utan blir till eller får sin roll i det specifika mötet (jfr. transaktion som nämndes tidigare) (a.a.). Det innebär att man i lärprocessen inte kan skilja på t.ex. kropp och själ, eller människa och omvärld, utan lärandet, eller erfandet av omvärlden, är en helhetsupplevelse där såväl kunskaper som känslor och värderingar ingår. Att studera lärprocesser måste därför handla om att studera individer i handling (inklusive kommunikation) med andra människor och med omvärlden, dvs. hur vi använder språk och artefakter för att skapa mening (a.a.). Det är nämligen, som tidigare nämnts, i användningen som dessa får mening (Wittgenstein, 1953/1996). Eftersom verkligheten ständigt förändras och utvecklas kan den inte beskrivas på ett statistiskt sätt. Vi kan därför aldrig med säkerhet veta något om framtiden då varje möte är unikt. Många av våra handlingar är dock av vanemässig natur, vilket innebär att de handlingsmönster vi utvecklat över tid påminner om varandra och passar in i flera instanser, dvs. de får en familjelikhet (Wittgenstein, 1953/1996). Därför kan inte ett språkspel beskrivas generellt på förhand, utan bara hur det kommer till uttryck i användningen i den specifika och unika situationen som en relation mellan handlingar och deras konsekvenser.

Enligt Sfard (2000) kan lärande ses som en ökande delaktighet i en verksamhet, dvs. att bli involverad i och bättre behärska språkspelen med dess medierande resurser som språk och artefakter. Lärande kan också beskrivas som en transformation av mening eller innebörd i en handling, som en följd av meningsskapande möten med människor, artefakter och omgivning. Dessa möten leder i sin tur till förändrade vanor i hanteringen av artefakter och omgivning när vi blir delaktiga i språkspelen (Wickman, 2004). Konsekvenserna av lärande kan med andra ord visa sig som förändrat deltagande i språkspelen, dvs. som förändrad kommunikation eller förändrade handlingar i möten av olika slag (Wickman & Östman, 2002b). Kunskap är därför, som tidigare nämnts, inte något statistiskt utan förändras och utvecklas hela tiden (kunskapande eller lärande sker hela tiden), när man tar sig in i språkspelen och mer och mer behärskar det.

### **4.3.2 Avhandlingens preciserade syfte**

Det innehåll eleverna möter i skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet (ellära) styrs, som tidigare nämnts, inte endast av *vad* som tas upp och behandlas utan även av *hur*, *när*, *var* och *med/av vem*. Det innebär att innehållet är situationsbundet, vilket medför att lärandet också blir situationellt. Genom att studera klassrumsinteraktionen i den laborativa verk-

samheten inom kunskapsområdet ellära (grundläggande elektricitetslära), ett för eleverna i svenska grundskolans år 7 tämligen nytt naturvetenskapligt språkspel, i det autentiska klassrummet blir det möjligt att studera läroprocessen om detta *in situ*.

Avhandlingen syftar till att belysa hur lärare och elever kan göra när de ger och tar mening i lärsituationer i det autentiska NO-klassrummet, dvs. inom en institution som har lärande om naturvetenskap som mål, samt vilka olika former av deltagande som kan främja respektive hämma önskat lärande. Därmed skildras hur elever möter och tar sig in i skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet, dvs. hur de socialiseras in i denna ämneskultur, genom laborativ verksamhet. Det beskrivs också vad eleverna erbjuds i mötet med detta språkspel och vad de därmed har möjlighet att lära. Det handlar med andra ord om elevers lärande om elektricitet med hjälp av laborationer, samt hur elever erbjuds detta språkspel i den laborativa verksamheten. Eleverna möter i denna verksamhet bl.a. nya termer och uttryckssätt, artefakter och deras delar, symboler, teorier (synsätt), modeller och experiment, s.k. naturvetenskapliga resurser, som används i skolans språkspel om elektricitet. Det som främst fokuseras i avhandlingen är interaktioner mellan lärare och elever respektive elever emellan, och de interaktioner som uppstår i möten med artefakter, samt hur elevernas tal och handlingar kan förändras (jfr. Sfard, 2000; Wickman & Östman, 2002b) i dessa olika möten. I resultatet fokuseras olika aspekter av verksamheten, vilka presenteras i fyra kapitel, vilka därmed får vardera olika syfte:

I kapitel 7 är syftet att beskriva hur laborationsverksamheten, laborationsinstruktioner samt elevers fokusering och arbete under laborationerna, ser ut i förhållande till lärarens syften med desamma.

I kapitel 8 är syftet att belysa hur elevernas möten med medierande artefakter kan se ut och vad i dessa möten som kan ha betydelse för lärandet i det naturvetenskapliga språkspellet om elektricitet.

I kapitel 9 är syftet att belysa hur elevernas möten med det naturvetenskapliga språkbruket kan se ut och hur s.k. språkspelskrokar kan se ut.

I kapitel 10 är syftet att belysa i vilka möten med skolans naturvetenskapliga språkspel som läraren kan behövas som stöd för eleverna i meningsskapandet och på vilka sätt läraren kan stödja eleverna i deras läroprocess.

Dessutom, som en konsekvens av dessa delstudier, vidareutvecklas även analysmetoden för att specifikt studera och analysera klassrumsinteraktioner, där syftet är lärande av språkspelet, dvs. ett didaktiskt syfte. Med hjälp av den använda analysmetoden<sup>71</sup> kan man studera hur vi interagerar dels med andra människor, men även med t.ex. artefakter. Under analysens gång har jag dock funnit att analysverktyget kan utvecklas för att sätta ord på vad lärare och elever gör och tycks ha behov av i klassrumsinteraktionen. Med hjälp av nya analysbegrepp kan lärares yrkesspråk utvecklas – delar av den s.k. tysta kunskapen får ord. Man kan därmed också belysa hur lärares kunskande, eller didaktiska fingertoppskänsla (jfr. Frost, 2003), kommer till uttryck i lärares didaktiska handlingsmönster. Det handlar med andra ord om att belysa och därmed ge uttryck för lärares naturvetenskaps-didaktiska språkspel där former av lärares s.k. PCK (pedagogical content knowledge), eller PCxK (pedagogical context knowledge) i en mer dynamisk form kan ingå (jfr. Loughran et al., 2004, som efterlyser ett språk för att kunna tala om vad lärare gör och vad deras kompetens innebär). Med hjälp av dessa nya analysbegrepp kan lärares yrkesspråk utvecklas – delar av den s.k. tysta kunskapen får ord. Ett femte syfte är med andra ord ett försök att utvidga Wickmans och Östmans (2002a) analysmetod, för mer specifik klassrums-kommunikation, med intentionen att kunna använda denna metod dels i forskningssammanhang, dels i lärares yrkesspråk. Förhoppningsvis kan analysbegreppen få användning i lärares yrkesspråk i den reflekterande didaktiska självanalysen. Men användningen av analysbegreppen i yrkesspråket kan även gynna såväl kommunikationen lärare emellan som handlandet i den dagliga verksamheten.

## 4.4 Sammanfattning

I detta avsnitt har jag beskrivit det perspektiv på elevers lärandeprocess som jag utgår från i min analys nedan. Lärandet studeras i denna avhandling inte hos enskilda, isolerade individer, utan utifrån sociala och kulturella aspekter. I ett socialt samspel med andra människor inom en viss verksamhet tycks vi följa speciella regler, precis som i ett spel, för *hur* vi talar och handlar, men även för *vad* vi talar om och handlar med. Dessa regler och därmed använda termer, artefakter och teorier (sätt att förklara) tycks vara olika beroende på verksamhet. Wittgenstein benämner dessa olika verksamheter därför för språkspel. Man kan då se elevers lärande inom ett nytt kunskapsområde som ett möte med ett nytt språkspel, med nya sätt att

---

<sup>71</sup> Se närmare beskrivning under kapitel 6 Analysmetod nedan.

se på, hantera och förklara världen. Hur vi förklarar olika fenomen och företeelser i världen beror på hur vi perspektiverar dem, dvs. vad vi finner centralt och vad som kan ses som mer perifert i sammanhanget. Det leder till att olika interaktionserbjudanden hos de medierande verktygen blir aktuella i olika situationer. Därmed blir medieringen och meningsskapandet situerat.

Vid studiet av lärprocesser får valet av perspektiv på lärande betydelse för vad som kan ses. I avhandlingen ses lärande som deltagande i meningsskapande möten i sociala praktiker. Det innebär att studien görs *in situ* i autentiska NO-klassrum. Syftet är att beskriva och belysa vilket meningsskapande år 7-elever kan erbjudas i möten med den laborativa verksamhetens instruktioner, artefakter och språkbruk inom elementär ellära, samt lärares didaktiska handlingsmönster i dessa möten.

I nästa kapitel beskrivs hur den föreliggande studien gått till.

## 5 METOD

Studien går ut på att bättre förstå skolans naturvetenskapliga praktik i fråga om lärprocesser kring experiment inom kunskapsområdet (elementär) ellära. De olika deltagande lärarna och deras elever, i arbetet med ellära, ska ses som exempel på hur sådana skolpraktiker kan se ut och fungera. Fokus ligger på att studera kommunikation och handling i lärandeprocessen i de olika möten som erbjuds eleverna i praktiken i fråga. Det handlar om att *upptäcka* nya aspekter i skolpraktiken om ellära och *ge insikter* om denna – inte om att *bevisa* något om t.ex. orsak – verkan. Med denna utgångspunkt blir angreppssättet icke-experimentellt och därmed mer deskriptivt, enligt Merriam (1994).

Jag inleder kapitlet med en beskrivning av studiens design. Därefter görs några reflektioner kring de ställningstaganden som gjorts utifrån vetenskaplighet och generaliserbarhet respektive utifrån några etiska aspekter.

### 5.1 Mitt material – Studiens design

Studien skulle kunna sorteras under kategorin klassrumsforskning. Med en vid definition kan den metod som används ses som en form av etnografisk metod, med vars hjälp man försöker fånga en kultur eller verksamhet med dess normer och regler. Nedan beskrivs hur datainsamlingen gått till inklusive hur urvalet gjorts. Vidare beskrivs hur lektionerna har genomförts och hur det insamlade materialet har bearbetats.

#### 5.1.1 Datainsamlingen

Lärare och elever har valts ut efter principen ”mest lättillgängliga”, s.k. *convenience sampling* (Cohen & Manion, 1995), dvs. det är inget slumpmässigt urval i statistisk mening. Tre elevgrupper (13-14 år) i svenska grundskolans år 7 och deras lärare har observerats<sup>72</sup> och spelats in med

---

<sup>72</sup> Vid datainsamlingstillfällena på skola A var vi fyra observatörer och inspelare, två i varje grupp och på skola B var vi två observatörer. På skola B hade min medarbetare arbetat som vikarierande lärare, vilket gjorde att eleverna kände henne ganska väl och vid flera tillfällen använde henne som ”extralärare”.

hjälp av video och ljudband i samband med ett antal NO-lektioner om elementär ellära under tre till fyra veckor per grupp, (se tabell 5.1).

Tabell 5.1. Beskrivning av insamlat datamaterial (deltagare och antal lektioner som videofilmats)

Skola	Lärare <sup>a)</sup>	Grupp (antal elever)	Antal videoinspelade lektionstillfällen (inklusive laborationer)
A	Anders	A 1 <sup>b)</sup> (16)	5 <sup>c)</sup> (av 7) lektioner (4)
A	Allan	A 2 <sup>b)</sup> (16)	6 <sup>c)</sup> (av 7) lektioner (4)
B	Bertil Björn <sup>d)</sup>	B (20)	8 lektioner (5) <sup>e)</sup>

<sup>a)</sup> Alla namn är fingerade

<sup>b)</sup> Grupperna A1 och A2 var sammansatta av elever från två klasser.

<sup>c)</sup> På grund av tekniska problem blev tre lektionsband förstörda i grupperna A1 och A2.

<sup>d)</sup> Läraren Björn arbetade med halva klassen under vissa laborationer.

<sup>e)</sup> I grupp B har två laborationsgrupper videofilmats vid varje laborationstillfälle, vilket innebär att det totala antalet videotimmar är mer än de antal lektioner som tabellen visar.

Heikkilä och Sahlström (2003) har gjort en studie om användningen av videoinspelningar i fältarbeten. De visar att det är av betydelse för datamaterialet, och vad som kan ses i det, hur kameror och mikrofoner placeras i rummet. Är man intresserad av att visa t.ex. blickar och övrigt kroppsspråk i interaktionen måste kameror placeras efter detta. Vid mina inspelningar har jag försökt att ta hänsyn till detta enligt nedan.

Läraren bar en liten mikrofon ("mygga") fastsatt vid tröjan under alla lektioner. Denna mikrofon var kopplad till videon, så att alla interaktioner mellan lärare och elever blev videoinspelade med automatiskt ljud. I grupperna A1 och A2 var det främst läraren som var i fokus vid inspelningarna hela lektionerna. I grupp B var läraren i fokus vid gemensamma genomgångar, men under laborationerna arrangerades kamerorna om så att två laborationsgrupper kom i fokus för respektive kamera. En bandspelare med mikrofon <sup>73</sup> placerades också vid var och en av dessa grupper. I de två grupperna på skola A (grupperna A1 och A2) ljudbandades (utan video) en till två elevgrupper under laborationerna.

De valda episoderna eller klassrumssituationerna har plockats ut ur materialet med avsikt att illustrera och besvara mina forskningssyften. Exempelvis valdes en laboration med många artefakter för att illustrera vilken betydelse dessa har för elevers lärande (se kapitel 8). Det är alltså inga extraordinära

<sup>73</sup> Eftersom läraren bar den enda tillgängliga "mygga"/videomikrofonen, spelades elevlaborationerna in med hjälp av ljudbandspelare.

situationer, utan snarare typiska exempel för de samspel som sker varje dag i utbildningsinstanser av olika slag, som valts för studien.

Vid bearbetningen av materialet från skola A saknades information om lärarens syften med laborationerna, vilket gjorde att insamlingsmetoden utvecklades med lärarintervju vid studien på skola B. För att ta reda på vad syftet var med de genomförda laborationerna i grupp B gjordes därför även informella intervjuer i form av samtal (i två delar – en före inspelningsperioden och en efter) med läraren Bertil.

Lärarna är alla män mellan 40 och 50 år och har flera års yrkeserfarenhet som lärare (den fjärde läraren, Björn, är dock något yngre och har 1-2 års yrkeserfarenhet efter lärarutbildningen). De två skolorna ligger i en medelstor stad i södra Sverige.

De data som insamlats kan sägas vara kvalitativa data (Åsberg, 2001), dvs. de utgörs inte av siffror och statistiska beräkningar, utan av beskrivningar av klassrumssituationer.

### **5.1.2 Lektionernas genomförande**

Gemensamt för de tre grupperna är att de arbetat med arbetsområdet (elementär) ellära enligt ordinarie schema under datainsamlingsperioden. Varje lärare har själv lagt upp lektionerna till form och innehåll utan att jag varit involverad. Det enda krav jag hade var att de skulle behandla arbetsområdet ellära under datainsamlingsperioden. Ämnesinnehållet var ganska lika i de tre grupperna och handlade bl.a. om statisk elektricitet, enkla atommodeller, ström, spänning, resistans och kopplingsscheman. Även arbetssätten var liknande i de tre grupperna. Under lektionerna varvades lärarens genomgångar och demonstration av experiment med elevlaborationer (se tabell 5.2) i mindre grupper. Lektionerna, vars längd varierade från 40 minuter till 80 minuter, hölls i någon form av NO-klassrum i alla tre grupperna. Laborationsutrustningen som användes var av traditionell typ, dvs. inga hypermoderniteter nyttjades.

Datainsamlingen är följaktligen gjord i "normala" NO-klassrum, under "normala" förhållanden, vilket gör det möjligt att undersöka autentiska lärsituationer där elever och lärare arbetar med experiment och därmed förknippad kommunikation och handling.

Tabell 5.2. Beskrivning av de laborationer som genomfördes i de tre grupperna.

Elevgrupp	Genomförda laborationer
A1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Få en lampa att lysa + andra kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling).</li> <li>2. Galvaniska element.</li> <li>3. Ledningsförmåga.</li> <li>4. Koppling av batterier/mätning av spänning.</li> </ol>
A2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Få en lampa att lysa.</li> <li>2. Kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling av lampor).</li> <li>3. Galvaniska element.</li> <li>4. Kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling av batterier).</li> </ol>
B	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Statisk elektricitet.</li> <li>2. Galvaniska element.</li> <li>3. Kopplingsövningar med kopplings scheman (serie- och parallellkoppling av lampor och batterier).</li> <li>4. Skruva ihop sladdar, kontakter, strömbrytare och lamphållare.</li> <li>5. Hus med el-kopplingar (få en lampa att lysa).</li> </ol>

### 5.1.3 Databearbetning

Alla tillfällen då läraren har gemensamma genomgångar med hela gruppen är ordagrant transkriberade. Flertalet av de inspelade banden med laborationerna har också transkriberats ordagrant i sin helhet. Några av banden från dessa grupparbeten är dock endast delvis transkriberade, dvs. de delar som är av intresse för studien.

En transkription av ljud- och videoband kan ju aldrig bli heltäckande. Mitt syfte med transformationen av talspråk till skriftspråk är främst att kunna studera innehållet i kommunikation och handling. Fokus är alltså inte på hur samtalsstrukturen ser ut, t.ex. hur turtagningen går till, hur intonationer, pauser eller andra ljud ingår i samtalet eller hur tal överlappas. Tidsaspekten är heller inte i fokus i min analys, varför eventuella pausers<sup>74</sup> längd inte har beräknats. Jag har därför begagnat mig av en enklare variant av transkription än den som förekommer inom t.ex. konversationsanalys (se t.ex. Hutchby & Wooffitt, 1998). Risken med den sortens transkription är att för många symboler och markeringar snarare kan störa än hjälpa en ovan läsare. För att förtydliga vad som sker i situationerna beskriver jag inom parenteser<sup>75</sup> i excerpten de handlingar som utförs som inte utgörs direkt av ord. Eventuella klagöranden eller tolkningar görs inom klamrar. En forskare med ett annat fokus skulle förmodligen beskriva situationerna på annat sätt.

<sup>74</sup> Pauser markeras med ...

<sup>75</sup> Förtydliganden av vad som sker i handlingarna görs inom parenteser ( ), klagöranden, eller tolkningar görs inom klamrar [ ]. Se exempel i kapitel 6.

Syftet är inte att utforska och dra slutsatser kring enskilda elevers uttalanden och handlingar, utan det är kommunikationen och handlingarna som sådana som är i fokus i denna studie. Vad som sägs och görs och hur detta sägs och görs är av intresse – inte vem av eleverna som utför handlingarna. Den använda analysmetoden<sup>76</sup>, efter Wickman & Östman (2002a, 2002b), gör det möjligt att komma nära inpå samspelet mellan elever respektive mellan elever och lärare.

Wolcott (1994) rekommenderar att resultatredovisningen av kvalitativa data bör ge en *beskrivning* av materialet eller situationen, s.k. tjock/tät beskrivning (jfr. Geertz, 1973/1993), hur *analysen* gått till samt hur *tolkningen* ser ut. Jag försöker därför åskådliggöra resultatet med hjälp av utförliga excerpt följda av tydliga redogörelser av hur jag analyserar excerpten. Efter varje analys följer min tolkning av det aktuella excerptet. Alla namn på elever och lärare i de olika delstudierna är fingerade.

### ***Kommentar angående datainsamling och databearbetning***

Att fånga hela situationer är svårt, ja näst intill omöjligt, men med hjälp av video- och bandinspelning underlättas arbetet att studera elevers deltagande i det nya språkspillet och deras möten med de olika resurserna inom denna verksamhet.

Videokamera och bandspelare, liksom en observerande och antecknande ”främmande” person i klassrummet, kan naturligtvis påverka vad och hur något sägs eller görs. I början på en inspelning kan detta ibland ses genom kommentarer, ofta skämtsamma sådana, om t.ex. kameran och huruvida man kammat sig, men för det mesta tycks lärare och elever inte ta notis om vare sig observatörer eller utrustning. Troligen vänjer sig deltagarna relativt snabbt vid dessa.

Såväl ljud- som videoupptagning har fördelen att de olika situationerna, såväl lärarens genomgångar som elevlaborationer, kan studeras vid upprepade tillfällen, vilket också gjorts. Vid varje nytt tillfälle kan nya infallsvinklar göra att nya saker uppmärksammas och läggs till i den skriftliga beskrivningen.

Vid intervjuer, även om de sker som informella samtal, kan man inte komma ifrån att respondenten vill göra ”det bästa av situationen” och försöka

---

<sup>76</sup> Se Analysmetoden i kapitel 6 nedan.

svara på ett så optimalt sätt som möjligt utifrån hur denne tolkar situationen och de frågor som ställs (Hundeide, 2006; Kvale, 1997). Kanske kan t.ex. de i resultatet nedan beskrivna syften som läraren hade med laborationerna blivit överdrivna, kanske har en del undanhållits. Likaså kan intervjuare anklagas för att ställa ledande frågor. Kvale (1999) genmäler på denna kritik: Intervjun är

ett samtal där data framkommer i ett mellanmänniskt förhållande mellan intervjuare och intervjuperson. Det centrala är alltså inte huruvida intervjufrågorna är ledande eller inte ledande, utan vart frågorna leder och huruvida de kommer att leda i relevanta riktningar och skapa ny, vederhäftig, intressant och värdefull kunskap (a.a., s. 64).

Trots den kritik som kan ges mot intervjuer, har jag ändå valt detta instrument för att få fram en beskrivning av några av de syften som kan finnas med laborationer av detta slag.

## 5.2 Vetenskaplig kunskap

Det finns många olika synsätt på vad god vetenskap är och vad som utmärker vetenskaplig kunskap. Den naturvetenskapliga traditionens utveckling och syn på detta beskrivs kortfattat i kapitel 2 ovan. Där nämns också att bl.a. inom den positivistiska filosofin anses kunskapen spegla verkligheten. Den vetenskapliga kunskapen förutsätts då vara objektiv och värdeneutral. Men en objektiv kunskap skulle innebära att det endast finns en enda sann avbildning av verkligheten. Men hur gärna vi än vill, så kan vi inte se världen genom "Gudsögat", dvs. från en upphöjd position (Rorty, 2003). Det finns ingen sann, objektiv, opåverkad bild av verkligheten. Kunskapen kan därför aldrig bli neutral, utan olika perspektiv ger olika kunskaper (Säljö, 2000). Exempel på detta är bl.a. Maxwells ekvationer som beskrivning av elektriska fenomen kontra kvantfysikens beskrivning av samma fenomen. "Kunskap" kan vi därför förstå

som knuten till *argumentation* och *handling* i sociala kontexter, och som resultat av aktiva försök att se, förstå och hantera världen på ett visst sätt/.../ [I] olika mänskliga verksamheter förstås 'samma' företeelse på olika sätt. (a.a., s. 26, kursivering i original).

I detta avsnitt beskrivs hur man kan se på generaliserbarhet inom mänskvetenskap samt vilken sorts resultat föreliggande studie därmed kan ge.

### **5.2.1 Människovetenskap och generaliserbarhet**

Inom människovetenskapliga forskningstraditioner, där man studerar människors sociala handlingar i olika verksamheter, har man mer och mer tagit fasta på ovansagda. Den positivistiska filosofins syn på kunskap dominerar dock många gånger i människors vardagsuppfattningar än i dag. Förväntningarna på utbildningsvetenskaplig forskning är därför ofta att den ska generera kunskap som är relevant för den dagliga skolpraktiken och som helst är direkt applicerbar på denna. Även skolpolitiker och beslutsfattare har många gånger liknande förväntningar, då de vill ha kunskap som kan stödja dem i deras beslut. Men frågan är om skolforskningen kan ge absoluta sanningar, om t.ex. undervisningsmetoder, som är generaliserbara i alla undervisningssituationer. Biesta och Burbules (2003) hävdar istället att utbildningsvetenskaplig forskning kan ge olika tolkningar av skolpraktiken och att det sedan är upp till användarna att använda dessa tolkningar för att förstå och skapa mening i de specifika undervisningssituationer som de befinner sig i. Detta är en ontologisk och epistemologisk fråga. Utgår man ifrån att forskningen kan ge oss kunskap om verkligheten som den ”verkliga” är, och att det därmed bara finns en verklighet, kan man tycka att det borde finnas bara ett rätt sätt att handla. I så fall borde forskningen kunna komma fram till detta enda rätta sätt och därmed skulle alla problem vara ur världen. Men om man istället tänker sig att verkligheten är socialt konstruerad och skapas genom handling och interaktion, och att kunskap är knutet till mänsklig handling, då öppnar ny kunskap upp för nya och oförutsedda möjligheter. Vi kan uppmärksamma nya problem eller se dem i ett nytt ljus, istället för att söka det enda möjliga sättet att handla. I kapitlet om mina teoretiska utgångspunkter (kapitel 4) beskriver jag närmre vad kunskap och lärande innebär utifrån mitt använda perspektiv.

Att en studie ska vara objektivt utförd är bland positivisterna ett krav, men med utgångspunkt i att verkligheten och därmed kunskapen är socialt konstruerad, som jag ovan beskrivit, kan inte ett sådant krav förverkligas. Som intervjuare, observatör och utskrivare av de studerade interaktionerna blir man medskapare av den resulterande utskriften (Kvale, 1997). För att resultatet inte ska uppfattas som godtyckligt redovisar jag istället mitt (subjektiva) teoretiska perspektiv som jag utgår ifrån i mina analyser och tolkningar (se kapitel 4 respektive 6).

I en vetenskaplig avhandling krävs dock att den frambringade kunskapen är *valid, relevant och tillförlitlig* (Guba, 1981; Kvale, 1997).

**Valid**, välgrundad, giltig eller trovärdig (intern validitet). I det här fallet kan det handla om att de tolkningar jag gjort är trovärdiga och kan motstå utmanande diskussioner, men det kan aldrig vara ”säker” kunskap. För att läsaren ska kunna avgöra trovärdigheten försöker jag göra en ”tät eller tjock beskrivning” (Geertz, 1973/1993) av såväl de olika situationerna som de analyser jag gör.

**Relevant** eller överförbar på andra kontexter (tillämpbarhet, generaliserbarhet, extern validitet). Att göra en nomotetisk studie om människors tal och handling, dvs. att se lagbundenheter och tala om universell generaliserbarhet angående människors interaktion är olämpligt för att inte säga omöjligt. Denna studie är därför idiografisk och studerar unika lärare och elever i unika klassrumssituationer. Idiografiska studier görs ofta för att gå på djupet med en bestämd situation eller kontext, i detta fall interaktion och lärande, inte för att generalisera universellt. Syftet är i stället att få vidgade erfarenheter och förståelse kring det till synes redan kända. De situationer inom språkspelet som studeras har dock likheter – familjelikheter<sup>77</sup> skulle Wittgenstein (1953/1996) ha sagt – med andra klassrumssituationer. Det innebär att en som varit i en klassrumsverksamhet kan känna igen sig i studien och generalisera till sina egna erfarenheter av klassrumsverksamheter och därmed se relevansen i det som beskrivs. Man skulle även kunna säga att resultatet är tillämpligt i andra kontexter. Vid ett flertal tillfällen har jag deltagit, presenterat och fått delar av materialet diskuterat vid såväl internationella konferenser (t.ex. Gunnarsson, 2004) som i doktorandseminarier. Argumenten tycks hittills ha hållit. Ett alternativt sätt att betrakta relevans eller extern validitet kan vara att låta läsaren avgöra i vilka av dennes situationer undersökningen är tillämplig, vilket kan jämföras med t.ex. läkarens och juristens arbete (Merriam, 1994).

**Tillförlitlig** eller noggrann (reliabilitet). Förutsättningen för att den frambringade kunskapen ska vara valid och relevant är att studien är tillförlitligt och noggrant genomförd och bygger på riktiga data, dvs. att t.ex. transkriberingen är noggrant utförd på ett för frågeställningen lämpligt sätt. Eftersom såväl videofilmer och ljudband som transkriberat material gått igenom vid ett flertal tillfällen har förhoppningsvis eventuella felaktigheter rättats till. Även för att uppfylla kravet på tillförlitlighet kan en detaljrik

---

<sup>77</sup> I en familj är alla unika till utseendet, men några har liknande näsa, några liknande öron, eller ögon osv. Det vill säga att inom familjen finns likheter, men alla har inte samma likheter. Likadant är det med klassrumsverksamheter. De är alla unika, men har likheter.

eller s.k. ”tät eller tjock beskrivning” av metoden, materialet och analysen ha berättigande. I kapitel 11 fortsätter diskussionen kring ovanstående.

### **5.2.2 Vilken sorts resultat kan föreliggande studie ge?**

I en experimentell studie förväntas resultatet bli detsamma vid upprepning. Ofta kan resultatet kvantifieras. Det innebär också att man med en sådan studie kan förutsäga liknande situationer utan att först observera dem. De data som däremot erhålls i föreliggande studie är av mer kvalitativ art, dvs. de är inte kvantifierbara. Jag studerar mänsklig handling och kommunikation i unika situationer. Det innebär att resultatet omöjligt kan bli exakt likadant om studien upprepas. Man kan av resultatet inte heller förutsäga framtida företeelser och skeenden. Resultatet är istället begränsat till de studerade situationerna. En fördel med en s.k. fältstudie är att den är förankrad i verkliga situationer i skolverksamheten. Genom att ge en tät beskrivning (Geertz, 1973/1993) kan studien belysa den komplexa sociala företeelsen som lärprocessen är och därmed kan resultatet ge insikter, förståelse och upplysning kring denna och på så sätt bidra till utveckling av kunskapsbasen inom naturvetenskapernas didaktik. I studien handlar det alltså om att upptäcka, identifiera och beskriva vad som händer i elevers möten med skolans naturvetenskapliga språkspel – det handlar inte om att bevisa något. Resultatet kan då fungera som vägledning, snarare än som förutsägning, i framtida handlingar. Studien utvecklar också förklarande analysbegrepp som lärare kan använda som verktyg för att utveckla sin egen verksamhet, vilket i sin tur förhoppningsvis kan bidra till en utveckling av skolans naturvetenskapliga verksamhet.

## **5.3 Forskningsetiska överväganden**

Att beforska andra människor och deras tal och handlingar kräver att man visar dem, och deras praktik, yttersta respekt. Forskning innebär dock att man granskar och ”kritiserar” deltagarna och deras verksamhet. Att undanhålla resultat för att de kan upplevas som kränkande är inte heller etiskt korrekt ur forskningssynpunkt. I resultatet är alla deltagares namn därför fingerade och skolornas namn har anonymiserats. Jag har själv arbetat som lärare i grundskolans högstadium i många år. Vid flera tillfällen har jag begått flera av de handlingar som jag här kritiserar. Skillnaden är att jag nu fått tid och möjlighet reflektion: Det har dels varit möjligt för mig att läsa litteratur inom didaktikämnet och ta del av resultaten från olika forskningsprojekt, dels har jag fått gå på djupet i en egen studie och studera lektioner-

na om och om igen. Ur den aspekten vore det märkligt om jag inte skulle ha något ytterligare att bidra med. Den kritik som framförs är alltså inte till för att slå ner på de deltagande lärarna eller eleverna personligen, utan är till för att skapa kunskap om och diskussion kring, och på så sätt ge perspektiv på, hur lärare och elever gör. Troligen är lärare vana att ta kritik då de förmodligen utsätts för det dagligen och stundligen, liksom att de själva bedömer och kritiserar sina elever och sin skolledning. På samma sätt är det inom forskningen – denna skrift kommer också att utsättas ...

Etiska ställningstaganden har gjorts i enlighet med Vetenskapsrådets (2002, 2005) riktlinjer. På skola A kontaktades först skolledningen som i sin tur hjälpte mig att få kontakt med de två lärarna i grupp A1 och A2. På skola B kontaktades först (huvud-)läraren i grupp B, först därefter informerades skolledningen. Efter kontakt med lärare och skolledning träffade jag respektive elevgrupp några veckor innan arbetspassens början och informerade dem om studien och övergripande syften med den samt om deras del i det hela. De fick ett informationsblad med en talong där de och deras föräldrar fick skriva på om eleven ville/fick delta i studien. Elever och lärare informerades om att såväl skolan som läraren och eleverna skulle behandlas konfidentiellt för att upprätta anonymitet samt att de när som helst hade rätt att avbryta sitt deltagande. Flertalet av eleverna skrev på och lämnade talongen. Några elever tyckte inte om att bli videofilmade och avstod därför från att vara med i studien. Alla namn i excerpten är fingerade, men finns med för att göra texten mer levande. Under gemensamma genomgångar var läraren i fokus och under laborationerna var de elever som deltog i studien i fokus. Det innebär att elever som av någon anledning inte ville delta i undersökningen kunde hållas utanför inspelningarna.

## 5.4 Sammanfattning

Med hjälp av en form av etnografisk metod har tre elevgrupper med lärare i den svenska grundskolans år 7 studerats i ca tre veckor vardera under NO-lektioner inom kunskapsområdet ellära. Datainsamlingen har skett med hjälp av video- och ljudband samt fältanteckningar. Ett sådant tillvägagångssätt ökar tillförlitligheten i materialet, då man kan gå tillbaka och studera samma sekvens flera gånger. Genom att dessutom göra en s.k. tät eller tjock beskrivning av såväl materialet (i form av t.ex. excerpt) som analysen, ges arbetet en intern validitet. På så sätt kan även relevansen, eller tillämpbarheten, av studien ses.

De data som erhålls är av kvalitativ art, då det som studeras är mänsklig handling och kommunikation i unika situationer. Då beskrivningen av materialet är tät kan den komplexa sociala företeelsen som lärprocessen är förhoppningsvis belysas, så att resultatet kan ge insikter och förståelse om denna. Under arbetets gång har hänsyn tagits till Vetenskapsrådets forskningsetiska riktlinjer.

I nästa kapitel beskrivs den använda analysmetoden.

## 6 ANALYSMETOD

I detta kapitel beskriver jag de analysinstrument som jag använt mig av. Det jag främst nyttjat är Wickmans och Östmans (2002a; 2002b) metod för analys av samtal och handling. Jag har också stött mig på Gibsons (1979/1986) verktyg/idé om affordances, utvecklat av Linderoth (2004) på svenska till interaktionserbjudanden. Schwab (1964) använde termen frihetsgrader för att beskriva elevernas aktivitetsmöjligheter under en laboration, men jag använder denna term för att istället beskriva elevernas möjlighet till interaktion med artefakter.

### 6.1 Att analysera samtal och handling

Mortimer och Scott (2003) har utvecklat en analysmetod för att analysera klassrumskommunikation till både innehåll och kanske främst struktur, t.ex. huruvida undervisningen är interaktiv eller ej. De studerar främst lektioner där läraren interagerar med hela klassen, t.ex. vid genomgångar, och analyserar t.ex. vem som talar och vems röst som blir hörd. Mortimers och Scotts (a.a.) metod analyserar klassrumskommunikationen på ett övergripande sätt.

För att kunna studera hur mening skapas i elevernas möten med experiment och andra medierande resurser i skolans naturvetenskapliga språkspel i autentiska skolsituationer använder jag den metod som utvecklats av Wickman och Östman (2001, 2002a, 2002b; Wickman, 2002, 2004, 2006). Den metoden kan sägas analysera interaktionen/kommunikationen på ett djupare plan. Den används för att analysera hur mening skapas i samtal och handling i möten av olika slag. Det innebär att man med hjälp av denna analysmetod kan studera de relationer som eleverna i en skolverksamhet etablerar i tal och handlingar som en konsekvens av de möten med medierande resurser av olika slag som eleverna erbjuds. Dessa relationer kan i sin tur analyseras angående t.ex. naturvetenskapligt innehåll och i vilken grad möten med olika medierande resurser bidrar till att specifika relationer kan etableras. Analysmetoden bygger på arbeten av Dewey (t.ex. 1925/1958, 1938/1998) och den senare Wittgenstein (t.ex. 1953/1996, 1969/1992), vilka ser tal och handlingar som väl sammanflätade med de socialt delade praktiker som de används i. Enligt Wittgenstein får ord och handling sin

mening endast i användning inom en sådan specifik verksamhet, eller språkspel<sup>78</sup>.

Wickman och Östman använder följande begrepp: *möte* (encounter), *stå fast* (standing fast) (efter Wittgenstein, 1969/1992), *mellanrum* (gap), *relation* (relation), och *kvardröjande mellanrum* (lingering gap). Möten sker ständigt med såväl andra människor och deras tal och handlingar som artefakter av olika slag, men även med sina egna tidigare erfarenheter som reaktualiseras i dessa möten. Wickman och Östman konstaterar att kommunikation tycks bygga på att vissa uttryck i handling (inklusive samtal) i möten av olika slag står fast. Dessa yttranden<sup>79</sup> kännetecknas av att de inte ifrågasätts eller betvivlas i den befintliga situationen, utan de tas för givna, vilket gör att deltagarna kan gå vidare i handlingen i fråga utan att stoppas upp av några frågor eller tvivel. Det är endast när ord och handlingar står fast som man kan gå vidare i sina handlingar. Om man hade varit tvungen att fråga vad som menas med varje ord och varje handling skulle inget kunna fullföljas och aktiviteten skulle avstanna. Ord och handlingar som står fast används i kommunikationen för att etablera relationer mellan dem. Relationer<sup>80</sup> kan sägas vara likheter eller skillnader i jämförelse med tidigare erfarenheter. Att etablera relationer kan då t.ex. vara detsamma som att sätta nya erfarenheter i ett känt sammanhang. Ibland kan kommunicerande personer dock visa att en relation saknas i sammanhanget till något de har tidigare erfarenheter av, vilket kan leda till att förvirring uppstår, och att frågor, oklarheter, problem eller liknande uppmärksammas. Man säger då att de har uppmärksammat ett mellanrum. Personerna i fråga är då inte överens och kan inte gå vidare i handlingen utan åtgärd. Det gör att handlingen eller samtalet stannar upp och man kan inte gå vidare förrän mellanrummet är fyllt, dvs. när en relation etablerats. Mellanrummen fylls dock ofta direkt med relationer, dvs. likheter eller skillnader till något som står fast. Det förekommer dock att uppmärksammade mellanrum inte fylls. Man säger då att *mellanrummet dröjer kvar*, dvs. oklarheterna kvarstår, och handlingen stannar upp. Det kan t.ex. visa sig i att man byter samtalsämne. Att byta samtalsämne behöver dock inte alltid innebära att det finns mellanrum som dröjer kvar.

<sup>78</sup> Wittgenstein (1953/1996, § 7) förklarar ordet språkspel genom att skriva: ”Jag kommer också att kalla helheten, som består av språket och de därmed sammanvävda aktiviteterna, för ’språkspel’” Se även kapitel 4.

<sup>79</sup> Med termen *yttranden* förstås såväl tal som handling.

<sup>80</sup> Jfr. kapitel 4 och beskrivningen av Martons tal om variation och vikten av att urskilja olika aspekter, dvs. att se skillnader och likheter.

Dewey (1925/1958) noterade att när en elev märker att ett problem existerar som behöver lösas (dvs. när ett mellanrum har uppmärksammats) har första steget i lärprocessen nåtts. Det är först när ett problem (mellanrum) uppmärksammats som lärprocessen kan starta, eller med Wickmans och Östmans terminologi, det är först när ett mellanrum uppmärksammats som relationer kan etableras. Man kan med andra ord inte etablera en relation - inte fylla ett mellanrum – om inte mellanrummet har uppmärksammats. Genom att uppmärksamma mellanrum och genom att fylla dem med relationer, dvs. likheter och skillnader till ord och handlingar som står fast, kan eleven gå vidare i handlingen. Genom att studera vilka mellanrum som uppmärksammas och vilka relationer som etableras för att fylla dem, kan elevens meningsskapande och lärande i olika möten spåras av såväl en lärare som en forskare. Man kan på så sätt studera hur möten ser ut där elever med hjälp av etablerade relationer närmar sig ett mer naturvetenskapligt sätt att tala och handla eller när detta hindras.

Nedan ges ett exempel som visar hur analysen enligt Wickman och Östman går till. Eleven Axel och läraren Björn diskuterar hur mycket salt som ska lösas i vatten för att tillverka en elektrolyt (denna term användes dock inte under lektionen). Axel tar upp skeden med salt på ur burken, och frågar läraren:

1. Axel: Hur mycket ska det vara, så? (Håller upp skeden med saltet.)
2. Läraren: Ja, det blir nog bra det.
3. Axel: (Håller saltet i bägaren).

I Axels möte med skeden med salt uppmärksammar han ett mellanrum i tur 1 angående mängden salt som ska hållas i vattnet i bägaren. Samtidigt ger han ett förslag på relation när han håller upp skeden och säger ”så?”. Läraren försöker då fylla mellanrummet genom att i tur 2 konfirmera Axels förslag. En relation etableras i samtalet om att den mängd salt Axel har på skeden är lämplig att använda. Axel kan med andra ord gå vidare i handlingen och hålla saltet i bägaren.

Axel använder dock flera ord i tur 1, som står fast i den här situationen. Det kan man se i tur 2, där läraren svarar direkt på Axels fråga utan att ifrågasätta något av de ord Axel använder. Inga klargöranden behövs för att läraren skall förstå vad Axel säger. Det Axel menar med orden ”mycket” och ”så” står alltså fast i den här situationen. Vidare kan man se att de ord lära-

ren använder i tur 2 också står fast eftersom Axel sedan handlar som han gör utan att fråga vad läraren t.ex. menar med ”bra”. Axel och hans lärare kan alltså tillsammans etablera en relation om mängden salt som behövs i vattnet i bägaren, eftersom orden och hanteringen av artefakterna som används i situationen står fast. Handlingen kan därmed gå vidare.

En viss situation kan karakteriseras av de möten som uppstår. I exemplet ovan är det ett möte mellan vad Axel och läraren säger och gör, men de möter också saltet på skeden och vattnet i bägaren. Man ser att mötet med så väl språket, vad som sägs, som artefakterna, skeden med saltet, och bägaren med vattnet, har betydelse för den mening som skapas, dvs. för vilka mellanrum som uppmärksammas och vilka relationer som får möjlighet att etableras. Av Axels möten med dessa artefakter kan man se att det mesta står fast, då han inte frågar hur någon av artefakterna ska användas, förutom mellanrummet om hur skeden ska användas för att mäta upp rätt mängd salt. I mötet med läraren lyckas han använda skeden för att etablera en relation angående mängden salt som behövs i saltlösningen, ”så?”. Med hjälp av detta möte med läraren där Axel får en bekräftelse, är mötet med Axels tidigare erfarenheter och dessa artefakter tillräckligt för honom för att lära om mängden salt som kan vara lämplig i denna specifika situation. Det gör att han kan gå vidare i handlingen. Med hjälp av läraren kan man säga att artefakterna medierar på ett relevant sätt så att Axel kan skapa mening och därmed lära. Axel vet tydligen hur man använder en sked för att hålla något i en behållare med vatten. Det han däremot inte visste var den mängd salt som behövdes för att tillverka elektrolyten. För att tillverka denna artefakt var han tvungen att konsultera läraren.

Genom att studera olika lärsituationer i mitt empiriska material med hjälp av detta analysverktyg, blir det möjligt att beskriva och analysera elevers möten med skolans naturvetenskapliga resurser i form av laborationsinstruktioner experiment, artefakter och språk (inklusive termer och teorier/sätt att se och förklara). Det blir också möjligt att se situationer där elever behöver hjälp i sitt meningsskapande, och med vad de behöver hjälp. Samtidigt blir det möjligt att *in situ* se på vilket sätt läraren kan hjälpa eleverna att skapa mening.

Det är viktigt att påpeka att en sådan här analys är ytterst situationell. Det är inte säkert att ett ord eller en handling som står fast för deltagarna i en situation står fast även i en annan situation. På motsvarande sätt är de relationer som etableras ett sätt för deltagarna att komma vidare i sin handling. Man

kan säga att en analys av det här slaget är en studie av vad som räknas som relevant användning av ord och handlingar i en viss praktik i en viss situation. Det som anses vara korrekt i en praktik kan tyckas vara fel för en utomstående observatör, som t.ex. en forskare inom naturvetenskapernas didaktik. Därför är det viktigt att göra en analys ur ett förstapersonsperspektiv innan man diskuterar möjliga konsekvenser av alternativa sätt att tala och handla inom skolans naturvetenskapliga språkspel. Varje handling behöver först analyseras utifrån dess eget syfte, innan man gör ytterligare tolkningar. Läraren liksom eleverna har sina syften med det de uttrycker i interaktionen med varandra. I analysen av mitt material beskriver jag denna interaktion genom att ur mitt forskningsperspektiv tala om att t.ex. mellanrum uppmärksammas. De lärare och elever som jag beskriver är förmodligen i interaktionstillfället helt omedvetna om denna analysmetod och skulle själva inte använda termer som t.ex. mellanrum i de beskrivna situationerna. Det är alltså analysredskapet som hjälper mig som tredje person att se att t.ex. ett mellanrum är uppmärksammat i en beskriven interaktion.

## 6.2 Andra använda analysbegrepp

Wickmans och Östmans ovan beskrivna analysmetod kan användas på samtal och handlingar i allmänhet. I den institutionaliserade skolans verksamhet finns ofta ett specifikt syfte med samtal och handling, nämligen att lärande ska ske. Det gör att eleverna får en roll som elever som ska lära och läraren får en roll som den som ska hjälpa eleverna att lära på ett eller annat sätt. Klassrumssamtal och handlingar blir därmed ibland annorlunda än vanliga samtal. Till strukturen kan man se detta bl.a. i förekomsten av s.k. triader (IRE/IRF)<sup>81</sup> (Sinclair & Coulthard, 1975) och lärarmonologer (Lemke, 1990), vilka är vanliga samtalsformer i klassrum. Triader kännetecknas av att läraren ställer (introducerar, I) en fråga eller ett problem, en elev svarar (respons, R) och läraren evaluerar (E) svaret eller ger feedback (F). I lärarmonologer talar läraren själv under en längre period. Utifrån ett sociokulturellt perspektiv kan man säga att lärande sker hela tiden, dvs. mening skapas, relationer etableras och förändras ständigt i alla samtal och handlingar. I klassrummet är dock *syftet* att ett visst lärande ska ske, t.ex. att eleverna ska tillägna sig hur man talar och handlar i ett visst språkspel, i detta fall skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet.

---

<sup>81</sup> Jämför kapitel 3

För att analysera innehållet i sådana klassrumssamtal blir en del andra analysbegrepp nödvändiga att införa. Jag har använt dessa analysbegrepp: *interaktionserbjudanden*, *kanaliserad* respektive *okanaliserad mediering*, *frihetsgrader*, *önskvärda mellanrum*, *distraherande mellanrum* samt *ännu ej uppmärksammade mellanrum*.

### **6.2.1 Interaktionserbjudanden**

Detta begrepp bygger på Gibsons (1979/1986) begrepp *affordances*, som av Linderoth (2004) översatts till svenska som interaktionserbjudanden. Det handlar om att man i möten med omvärlden erbjuds en mängd möjligheter till interagerande. Begreppet beskrivs närmre i kapitel 4.

### **6.2.2 Kanaliserad och okanaliserad mediering**

Ur ett tolkande forskningsperspektiv, dvs. ur ett tredjepersonsperspektiv, tycks det ibland som om deltagarna endast ser ett enda sätt att handla. I andra situationer tycks handlingsalternativen vara flera. I möten med t.ex. artefakter och språkliga termer, som kan förmodas vara relativt kända av deltagarna, tycks interaktionserbjudandena många gånger leda till ett enda möjligt, i språkspelet korrekt, sätt att agera på. Jag säger då att artefakten medierar<sup>82</sup> på ett *kanaliserad och korrekt* sätt. Medieringen tycks konfirmera tidigare kända aspekter. Ibland, ofta när artefakten är mer okänd, men där det inte tycks finnas mer än ett sätt att interagera på, dvs. endast ett interaktionserbjudande tycks finnas, visar det sig att artefakter tycks mediera på ett *kanaliserad, men i språkspelet inkorrekt* sätt. Artefakter som är mer okända kan också leda till att flera interaktionserbjudanden finns att välja mellan. Jag säger då att artefakten medierar på ett *okanaliserad* sätt. Ofta visar det sig som att eleverna tycks uppmärksamma ett mellanrum – ett problem fokuseras.

### **6.2.3 Frihetsgrader**

Begreppet frihetsgrad myntades av Schwab (1964) för att ange hur öppna t.ex. frågor, uppgifter eller aktiviteter kan vara. Schwab angav antal frihetsgrader från 1-3, beroende på hur mycket som var givet (jfr. tabell 6.1). En uppgift med en frihetsgrad innebär då att såväl problemet som hur det ska genomföras är givet. Det är endast svaret på uppgiften som är öppet och

---

<sup>82</sup> Jfr. kapitel 4. Mediering är en dubbelriktad process. Kanaliserad mediering innebär att medieringen tycks ske utan problem, inga tvivel uppstår om hur man ska interagera.

kan ges av eleverna. En uppgift där eleverna själva får styra över såväl problem, genomförande som svar, sägs då ha frihetsgraden 3. Herron (1971) utvecklade begreppet till att även innefatta frihetsgraden 0, dvs. då både problem, genomförande och svar är givna av t.ex. läraren (se tabell 6.1).

Tabell 6.1. Herrons modell av frihetsgrader (efter Shulman & Tamir, 1973).

Frihetsgrad	Problem ställs av	Genomförande be- stäms av	Svar ges av
0	lärare	lärare	lärare
1	lärare	lärare	elev
2	lärare	elev	elev
3	elev	elev	elev

I mina studier studerar jag inte antal frihetsgrader i elevernas uppgifter. Jag använder begreppet frihetsgrad för att beskriva hur öppna interaktionserbjudanden tycks vara i elevers möten med medierande resurser som artefakter, språk och experiment. Det innebär att när eleven handlar på ett sätt som kan tolkas som att artefakten/termen medierar på ett kanaliserat sätt (oavsett om det är korrekt eller ej i situationen), kan man tala om att *det inte finns några frihetsgrader alls* för eleven, dvs. det finns inga handlingsalternativ att välja mellan, utan det tycks bara finnas ett sätt att interagera med de interaktionserbjudanden som fokuserats. När artefakten/termen däremot tycks mediera på ett okanaliserat sätt, dvs. när det tycks ha uppmärksammat flera interaktionserbjudanden att interagera med, kan man tala om att *det finns (en eller flera)<sup>83</sup> frihetsgrader* för eleven, dvs. flera handlingsalternativ att välja mellan. Eleverna uppmärksammar då ofta ett mellanrum, dvs. de fokuserar på ett problem som de också ofta försöker lösa. Detta kan jämföras med Deweys (1925/1958) beskrivning av lärprocessens i minst två olika delsteg, dels uppmärksammandet av ett problem (jfr. mellanrum), dels lösandet av detsamma (jfr. fylla mellanrummet med relationer).

### 6.2.4 Olika former av mellanrum och relationer

Wickman och Östman (2002a, 2002b) använder analysbegreppet mellanrum, vilket jag även beskriver ovan, för att beskriva att något är oklart i ett samtal eller en handling. Det kan t.ex. visa sig som att man inte är riktigt

<sup>83</sup> Eftersom det av situationen inte alltid framgår vilka interaktionserbjudanden eleverna uppmärksammat kan inte jag som tredjeperson veta om det är en eller flera frihetsgrader som gäller. Man kan ofta tala om *minst en* frihetsgrad, vilket då skulle innebära att det finns minst två interaktionserbjudanden att välja mellan.

överens om en tolkning i ett samtal eller en handling. Mellanrum kan vara av olika slag beroende på situationen. Mellanrum som uppmärksammas kan vara *explicita*, dvs. uttryckas så att omgivningen också blir uppmärksammade på mellanrummet, men uppmärksammade mellanrum kan förmodligen även vara *implicita*. Det innebär att de inte uttrycks så att omgivningen uppmärksammar dem, t.ex. när elever inte explicit uttalar att de inte känner till vad en viss använd term innebär. Läraren kan då tro att det inte finns några mellanrum i kommunikationen, utan att allt står fast och att man därmed kan gå vidare. Sådana situationer är svåra att analysera, eftersom mellanrummen inte är *explicita*, men väl värda att tänka på som lärare. I vissa situationer kan man dock ana att det uppmärksammats *implicita* mellanrum. De mellanrum jag studerar är dock de mer eller mindre *explicita* mellanrummen.

I mitt material kan jag i flera situationer se att läraren tycks försöka uppmuntra elever att uppmärksamma vissa specifika problem, dvs. mellanrum, i syfte att eleverna ska kunna etablera en viss relation. Det kan t.ex. ses i vissa samtal med IRF/IDRF-struktur. Jag benämner dessa, av läraren uppmuntrade problem, *önskvärda mellanrum*<sup>84</sup>. Dessa önskvärda mellanrum tycks vara nödvändiga att uppmärksamma för eleverna i den specifika situationen för att de ska kunna etablera i sammanhanget relevanta relationer och därmed för att kunna gå vidare i handlingen. Ibland har läraren planerat att uppmärksamma eleverna på en fråga eller ett problem, dvs. på ett önskvärt mellanrum. Men många gånger visar det sig i det empiriska materialet att läraren i den uppkomna situationen försöker få eleverna att uppmärksamma mellanrum för att hjälpa dem att komma vidare och etablera specifika relationer. Jag ser det som en form av didaktiskt handlingsmönster, där det krävs en didaktisk fingertoppskänsla för vad som är lämpligt i situationen.

Ibland visar det sig att vissa relationer behöver stå fast för att specifika mellanrum ska kunna uppmärksammas. Det förekommer att relationer som t.ex. läraren tar för givet att de står fast, faktiskt inte gör det utan att eleverna uppmärksammar vad jag kallar *distraherande mellanrum*<sup>85</sup> sett ur ett lärandeperspektiv. De distraherande mellanrummen kan sägas vara en form av det som Wickman och Östman (t.ex. 2002a) kallar ”kvardröjande mellanrum” (lingering gaps). Men i ett sammanhang där syftet är att lära något specifikt stör eller distraherar dessa kvardröjande mellanrum etablerandet

---

<sup>84</sup> Se exempel i kapitel 10.

<sup>85</sup> Se kapitel 9 om t.ex. vad ”salt” är, hur ”skal” kan tolkas i en atom. Se även kap 10.

av vissa relationer och fungerar därmed som distraherande mellanrum i den uppkomna situationen. Det kan t.ex. vara mellanrum som läraren inte räknat med i sin planering av önskvärda mellanrum, utan som distraherar så att eleverna inte kan uppmärksamma de önskvärda mellanrummen. Många gånger får de distraherande mellanrummen dröja kvar, eftersom lärare och elever tycks tala bredvid varandra (man inser inte att man talar inom två olika språkspel). Då kan det bli svårt för eleven att uppmärksamma andra, önskvärda, mellanrum, och därmed att fylla dessa andra mellanrum med relevanta relationer. Exempel på detta kan vara när elever hänger upp sig på i sammanhanget konstiga termer, vilket kan leda till att de t.ex. inte förstår uppgiften eller problemet som beskrivs med hjälp av termen. De distraherande mellanrummen tycks ofta förekomma i sammanhang där det är en form av *språkspelskrock*, dvs. då två deltagare talar inom olika språkspel, eller talar bredvid varandra. De av eleverna uppmärksammade distraherande mellanrummen kan ibland sägas vara *för läraren dolda mellanrum*.

Wickman och Östman (t.ex. 2002a) använder även analysbegreppet ”att etablera en relation”, vilket de beskriver som att ett mellanrum fylls med en relation. I samtal och handlingar i klassrummet blir en del relationer som etableras *korrekta*<sup>86</sup>, medan andra relationer ur språkspels perspektiv blir *inkorrekta*. I flera situationer kan man se att läraren konstaterar att elever för ett inkonsekvent resonemang eller en argumentation som är inkorrekt inom skolans naturvetenskapliga språkspel, dvs. *en i språkspellet inkorrekt relation* etableras av en elev. Läraren visar sig med andra ord inse att det finns ett mellanrum i samtalet som eleven *inte* har uppmärksammat. Jag benämner dessa, i språkspellet inkorrekta relationer, *av eleven hittills ej uppmärksammade mellanrum* eller *för eleven dolda mellanrum*. Många gånger försöker läraren vid sådana tillfällen få eleven att uppmärksamma ett i situationen önskvärt mellanrum.

---

<sup>86</sup> När jag i avhandlingen talar om att t.ex. ett uttryck (i tal eller handling) är korrekt eller inkorrekt menar jag *inte* att det finns något som är absolut och allmängiltigt korrekt/inkorrekt, utan *i sammanhanget, eller i språkspellet*, tycks det vara korrekt/inkorrekt. Ofta är det i relation till t.ex. läraren eller den använda läroboken (vilka kan anses uttrycka skolans naturvetenskapliga språkspels perspektiv). Det som kan anses korrekt (relevant eller tillräckligt bra) i skolans naturvetenskapliga språkspel i grundskolans år 7, kan skilja sig i jämförelse med t.ex. universitetets grundutbildnings naturvetenskapliga språkspel respektive en forskarutbildnings naturvetenskapliga språkspel.

### 6.3 Sammanfattning

I detta kapitel har jag beskrivit den använda analysmetoden, som främst bygger på Wickmans och Östmans arbeten. I analysen av klassrumskommunikationen har jag dock funnit behov av ytterligare några analysbegrepp: *önskvärda mellanrum*, *distraherande mellanrum* och *ännu ej uppmärksammade mellanrum*. I analysarbetet har jag också funnit ett behov av att beskriva huruvida olika interaktionserbudanden kan tyckas ge upphov till *kanaliserad* (korrekt eller ej i språkspelet i fråga) respektive *okanaliserad mediering*. Man kan också se att det i elevernas olika möten med det nya språkspelet ibland tycks finnas flera olika handlings- och/eller tolkningsalternativ. Dvs. det kan finnas en eller flera frihetsgrader för eleverna och deras handlande.

I de följande kapitlen beskrivs det resultat som analysen gett.

## 7 LABORATIONSVERKSAMHETEN

I detta inledande resultatkapitel beskriver jag de observerade laborationerna i allmänhet i en elevaktiv verksamhet, syftet med laborationerna (i grupp B), laborationsinstruktionerna (inklusive laborationsgenomgångar före laboration), elevernas fokusering under laborationerna och elevernas redovisningar av laborationsresultat samt laborationsgenomgångar efter laboration, utifrån samtal med läraren Bertil och de observationer som gjorts. Kapitlet avslutas med en sammanfattning om laborationsverksamheten.

### 7.1 Laborationer i en elevaktiv verksamhet

I stort sett varje lektion i mitt empiriska material innehåller ett försök eller experiment av något slag, ofta som elevlaboration, men ibland även som lärardemonstration.

Man kan beskriva laborationsaktiviteten i det empiriska materialet som en i huvudsak progressiv<sup>87</sup> klassrumsverksamhet, då det är ett s.k. elevaktivt arbetsätt där läraren håller sig i bakgrunden och där eleverna själva ska skapa sin egen kunskap, gärna genom någon form av grupparbete. Man utgår från en s.k. naturvetenskaplig metodik med ett i huvudsak induktivt arbetsätt där artefakter och experiment antas vara självmedierande. Ibland förekommer en form av ”hypotetiskt-deduktivt” arbetsätt. Det kan i resonansen anas en viss uppdelning i teori för sig och praktik för sig.

#### 7.1.1 Aktiva elever

Alla tre lärarna i studien låter eleverna arbeta relativt självständigt och söka sin egen kunskap under elevlaborationerna. Eleverna ska själva se, upptäcka, ”komma på själva” och dra slutsatser om experimentet eventuellt med hjälp av ”små ledtrådar” som läraren ger, tycker läraren Bertil.

... det blir en vanesak också, att har man samma grupp länge så vet dom ju att nu släpper han några ledtrådar här, att det finns ju en anledning till att han säger just det här just nu, va, så att... ja... så att då förhoppningsvis

---

<sup>87</sup> Jfr. kapitel 2.

tänker dom tillbaka, vad var det han sa nu då, det måste hänga ihop med det (Bertil, intervju).

Det blir för eleverna som att lägga ett pussel, men de vet inte hur slutresultatet ska bli. Läraren Bertil beskriver det som att eleverna kan...

... kanske använda det dom har lärt sig tidigare och så också, det är det uttimata att man...och att man får så här lite 'aha' också...(ohörbart)... titta här, oh! och helt plötsligt kanske det ramlar massa sån här pusselbitar på plats, då förstår man det är faktiskt så här det är (Bertil, intervju).

Av såväl observationer i de tre grupperna som av samtal med läraren Bertil kan man utläsa att det ideala tycks vara ett s.k. elevaktivt arbetssätt där eleverna själva ska konstruera sin egen kunskap.

### **7.1.2 Läraren i bakgrunden**

I enlighet med ovanstående visar sig lärarna i de tre grupperna i flera situationer vara försiktiga med att avslöja vad som ska göras och vad som händer under experimentet. Läraren Bertil tycker att under den ideala laborationen ska läraren hålla sig i bakgrunden och eleverna sköta sig själva, då har man lyckats som lärare.

Det ser man ju ofta när man har... haft ungarna i nian, sista terminen i nian, då får man på nåt sätt skörda frukterna av det man har hållit på med hela tiden. Nej, det ska vara mycket att dom ska inte skrika på mig så fort det är någonting, utan man ska försöka lösa... man kan gärna fråga en kompis...jag ska ju nästan vara i vägen istället, att måste du komma här nu, nu sköter vi det här själva, och att man på nåt sätt använder allt man kan, va. Det är den ideala och det har man fått uppleva... några gånger i alla fall... och då är det ju jättemysigt, man känner sig ju bara helt överflödig... (Bertil, intervju).

### **7.1.3 Grupparbete**

Under samtliga laborationer i det empiriska materialet arbetar eleverna i grupper om två till tre elever. Någon enstaka elev arbetar ensam (på egen begäran). Enligt läraren Bertil är grupparbetet bl.a. en resursfråga – man har inte tillräckligt med utrustning för att eleverna ska kunna arbeta enskilt. Å andra sidan kan eleverna lära tillsammans:

...en resursfråga egentligen, det är ju det, va... Nej, men är man två finns det ju alltid någon att stöta och blöta frågor med och man kan komma på saker tillsammans, annars är det ju lätt att man kanske stannar istället, då va,

inte vet och... det är alltid roligare att vara två med, tror jag...det är det (Bertil, intervju).

### 7.1.4 Naturvetenskaplig metodik

I samtal med lärare framställs ibland experiment som något som tydligt visar och t.o.m. bevisar hur saker och ting förhåller sig, så att man bara av att studera experimentet *induktivt* förstår meningen med det. Läraren Bertils beskrivning angående målet med att göra en laboration om gnidningselekticitet är ett exempel på detta (fet stil):

... målet där är ju att det är inte så... inte så svårt att flytta på elektronerna, va, att vi kan ju skapa laddningar på ett ganska enkelt sätt då, va, och **det är ju beviset för ballongen att man gnider den och sen får man den att fastna nånstans, eller linjalerna... gnider man två linjaler så stöter dom bort... varann och så här, då ser man ju** att då har man ju faktiskt... på något sätt har man skapat en laddning och det är ju liksom det som är grunden för all elektricitet, det är ju det att man får en... en skillnad på laddningar då, va. **Det hoppas man att man ska ha förstått då**, va, att på ett ganska lätt sätt så kan vi göra det och det vet man i vardagen man kan få stötar rätt som det är och så här, va (Bertil, intervju).

Läraren Bertil beskriver hur eleverna, genom att göra ett experiment, själva bör kunna dra de i språkspelet korrekta slutsatserna, "förhoppningsvis" – om de anstränger sig.

... med det praktiska arbetet så kommer ju den andra förståelsen också, **förhoppningsvis**, och börjar man koppla, man pratar kanske lite kopplingsschema om det här med slutna krets och vad parallellkoppling seriekoppling är men, mycket mer behöver man ju inte gå in, **sen får man ju lösa det andra praktiskt då, va, man ser att oj, två lampor i seriekoppling så lyser dom mycket svagare<sup>88</sup>, då förstår man ju att här delar dom ju på strömmen här**, som finns... / ... / ... och då förhoppningsvis så kanske man har tänkt, en del gör ju inte alls, dom tycker bara det är kul att jobba när dom märker att det händer någonting, men några i varje fall försöker kanske sen tänka efter lite grann, 'vad var det som hände egentligen?'... (Bertil, intervju).

Lärarna tycks med andra ord använda experimenten i laborationerna som viktiga självmedierande resurser i undervisningen.

---

<sup>88</sup> För att det ska fungera som läroprocess måste man som elev troligen ha uppmärksammat ett mellanrum angående detta, innan man kan etablera dessa relationer (jfr. Dewey, 1925/1958).

Ibland får eleverna skriva ner en *hypotes* innan de utför experimentet, dvs. man intar en mer hypotetiskt (deduktiv) ingång till experimentet. Exempel på detta är när läraren Anders (grupp A1) visat några olika metalltrådar (koppar och kromnickel) av olika tjocklek och gått igenom hur eleverna ska göra för att testa vilken av dessa metalltrådar som leder ström bäst.

- Läraren: Vad ni tror, vilken tror ni leder bäst, vilken tror ni leder sämst? Det kallas för att man gör en hypotes, ett antagande. Vilken tror ni leder bäst, vilken tror ni leder sämst? ”Jag tror att...”, Jag tror att...”, skriver ni.
- Erik: (Ohörbart).
- Erik: Jag vill inte tro nåt, jag vill undersöka.
- Läraren: Ja, det ska ni få göra sen, men först ska ni...
- Erik: Jag tror det är det som är rätt.
- Elin: Vilket är, leder bäst, guld eller silver, Anders?
- Läraren: Man kan tro att du är en sån där modern ungdom [vänd till Erik].
- Elin: Anders!, Anders, vilket leder bäst?
- Läraren: Mm, va? Ja, nu får ni tänka, ni får chansa, alltså, eller så har ni någon teori, eller vet ni något om det sen tidigare. Jag vill bara att ni funderar igenom vilken ni tror leder ström bäst och sämst.
- Erik: Du får inte se.
- Läraren: Varför inte det?
- Erik: Nej, det ska vara en hemlis.

För eleverna är detta förmodligen första gången de träffar på metallegeringen kromnickel och troligen första gången de hör talas om att ämnen kan leda ström olika bra. De har med andra ord ingen tidigare erfarenhet av vare sig fenomenet i fråga eller metallen. Det blir då svårt att formulera en väl underbyggd hypotes. I detta fall blir det mer en fråga om gissning.

### **7.1.5 Verksamheten delas upp i teori och praktik**

Under samtalet med läraren Bertil diskuterades vikten av att laborera. Bertil beskrev då NO-ämnet som ett ”praktiskt ämne”. Laborationer blir därmed något ”otroligt viktigt”, eftersom eleverna då får möjlighet att ”känna och ta” i föremålen.

... det är ett praktiskt ämne, det är ju för att liksom komma i kontakt med sakerna också, man ska ju inte bara ha en bild i en bok utan man måste kän-

na och ta... Nej, men det är jätteviktigt att man labbar alltså, det är det, ja... otroligt viktigt är det... NO utan att labba, det är ju... ja... (Bertil, intervju).

Det är med andra ord ett elevaktivt arbetssätt som eftersträvas, där eleverna får arbeta ”praktiskt”. Man skiljer tydligen på ”teori” och ”praktik”. Likaså gör läraren Allan under en lektion då han talar om att eleverna ska ”få testa lite hur det funkar” och att inte ta så mycket ”teoretiskt”<sup>89</sup> i början”.

Nu tänkte jag att ni skulle få jobba själva en stund. Vi sa innan att från ett batteri kan vi få elektricitet. Vi ska prata mer om elektricitet, det är helt enkelt elektroner som börjar röra på sig. Det är det som är ström. Men vi ska inte ta allt sånt här **teoretiskt** i början utan nu ska ni få testa lite hur det funkar (Allan, lektion 1).

Teori tycks vara kunskaper, medan handlingen i sig tycks vara något annat. Läraren Bertil nämner t.ex. att det är skillnad på olika laborationer beroende på syftet – ibland följer man instruktioner och gör experimentet och där efter drar man slutsatser, men ibland ska man ”använda [sina] kunskaper för att kunna klara av laborationen” (Bertil, intervju).

Eleven August i grupp A2 verkar tycka om att laborera och frågar hoppfullt vid ett tillfälle: ”Ska vi meka idag?” – vilket också är ett sätt att se på den här formen av laborationer.

### ***Kommentar***

Den studerade laborationsverksamheten har progressivistiska drag. Där eleverna i mesta möjliga mån själva ska finna ut kunskapen genom s.k. praktiskt arbete i grupp och induktiva observationer.

## **7.2 Syften med laborationerna i grupp B**

Under ett samtal med läraren Bertil beskrev han syftet dels med NO-undervisningen i allmänhet och ellära i synnerhet, dels med de olika laborationerna som genomfördes under perioden.

---

<sup>89</sup> Vid lärarnas genomgångar mellan laborationerna kan en form av essentialism skönjas, dvs. ämnet kommer i centrum. De gemensamma genomgångarna genomsyras av IRE/IRF-samtal (se kapitel 3) där eleverna endast gör korta inlägg som svar på lärarens frågor. Även kortare inslag av lärarmonologer (jämför Lemke 1990) förekommer. Eleverna talar med andra ord inte så mycket ”naturvetenskap” vid de gemensamma genomgångarna i det empiriska materialet.

### **7.2.1 Syfte med NO-undervisningen i allmänhet och ellära i synnerhet**

Läraren Bertil vill att eleverna ska tycka att det är roligt att gå på NO-lektioner och få göra något nytt eller få befast att de kan något.

... det ska vara kul att komma till NO:n, ja, vi ska alltid göra någonting som man kanske inte har gjort förut eller så där, va, eller också får man kanske bekräftat att man kan någonting man... eller visa att jag kan det här... (Bertil, intervju).

Det eleverna ska lära sig bör vara en sorts "allmänna grundkunskaper", en form av "medborgarkunskap", säger Bertil. Han vill att eleverna känner till

... hur det fungerar... ja, hur man kopplar och det här med serie- och parallellkoppling och inte så särskilt avancerat utan bara att man... man har en viss förståelse, man känner att man faktiskt kan det här också ... med elen och... man ska förstå att det rör sig om elektroner och... som vandrar omkring och ... men att man ska förstå det och... man ska kunna lite om det här med kopplingar ska man kunna ... (Bertil, intervju).

### **7.2.2 Syften med laborationerna som genomfördes under elläraperioden**

Under elläraperioden genomförde eleverna i grupp B fem laborationer, nedan benämnda "*Gnidningselektricitet*", "*Galvaniska element*", "*Kopplingschema*", "*Stickproppar med sladdar*" och "*Hus med elkopplingar*", vars syften läraren Bertil beskrev under ett samtal.

#### **"Gnidningselektricitet"**

Denna laboration används för att "påvisa att det finns olika typer av elektricitet", säger läraren Bertil, och att man på ett enkelt sätt kan skapa laddningar. Han nämner också att detta kan kopplas till elevernas vardag.

... målet där är ju att det är inte så... inte så svårt att flytta på elektronerna, va, att vi kan ju skapa laddningar på ett ganska enkelt sätt då, va, och det är ju beviset för ballongen att man gnider den och sen får man den att fastna nånstans, eller linjalerna... gnider man två linjaler så stöter dom bort... varann och så här, då ser man ju att då har man ju faktiskt... på något sätt har man skapat en laddning och det är ju liksom det som är grunden för all elektricitet, det är ju det att man får en... en skillnad på laddningar då, va. Det hoppas man att man ska ha förstått då, va, att på ett ganska lätt sätt så kan vi göra det och det vet man i vardagen man kan få stötar rätt som det är och så här, va (Bertil, intervju).

### ***”Galvaniska element”***

Läraren vill med denna laboration visa eleverna att man på ett enkelt sätt kan skapa ström.

... det var ju liksom bara att visa på att... med hjälp utav olika metaller så kan man också uppnå det här att man får en spänning... och att det är inte liksom svårare än så egentligen att skapa... skapa ström ... det enda jag vill att dom ska förstå det är att man på ett ganska enkelt sätt kan skapa elektricitet genom att man har två olika metaller... och en saltlösning då eller en lösning som leder... kan leda elektroner [laddningar] då så att... mer än så är inte min ambition (Bertil, intervju).

### ***”Kopplingsscheman”***

Med laborationen om kopplingsscheman och kopplingar vill läraren visa hur elektricitet används och fungerar i vardagen.

Sen kopplingsschema det blir ju mer en praktisk tillämpning, hur vi använder då i vardagen då man kan dra liknelser i vardagen, att det är på det här sättet vi använder elektriciteten, vi kopplar hur man får en lampa och lysa, man få en förståelse för det här överhuvudtaget det här hur man kopplar elektricitet och hur det fungerar, hur man använder det i vardagen<sup>90</sup>. Jag hoppas ju att man kan sätta ihop dom här små bilderna att det faktiskt är ju precis så vi har det här ... i rummet och överallt ... och att det finns dom här olika typerna och att dom används på olika sätt i serie- och parallellkoppling (Bertil, intervju).

Läraren Bertil tycks med andra ord ta för givet att eleverna själva ska ”sätta ihop de här små bilderna”, dvs. skapa sin egen kunskap utifrån laborationen.

### ***”Stickproppar med sladdar”***

Genom att få skruva ihop kontakter/stickproppar och sladdar vill läraren visa på säkerhetsrisker med elektricitet.

det är ju en ganska viktig del också att man förstår att man måste... man kan inte använda el... hur som helst... men i varje fall att man har fått en liten förståelse för det här med... att el också är farligt då, va... hur jorden fungerar och... och så här, va... att man ska hantera elen med försiktighet så att säga, man måste veta vad man gör... när man skruvar i kontakter och sånt där... (Bertil, intervju).

---

<sup>90</sup> Laborationerna genomfördes med likström, dvs. inte med växelström, vilket kanske är mer vardaglig användning.

### **”Hus med el-kopplingar”**

Målet med laborationen är att eleverna ska försöka få en lampa att lysa utan färdig lamphållare. Läraren berättar att man förr om åren haft mer tid, flera lektioner, för den här laborationen, där eleverna fått bygga papphus. Nu blev det bara en enda lektion, dvs. ”en liten lightkurs”[!], vilket gjorde att fokus kom på husfärgsval istället för på el-kopplingar.

... det blev ju mer... den här övningen blev det mer roligare att bygga sitt hus i olika färger och så, vilken färg ska vi ha och vi vill ha blått papper och... så här så att kopplingen kom ju... det blev ju inte så mycket kopplingar egentligen, va... blev en lampa som skulle lysa... ja, vi fick en lampa att lysa, javisst, det blev mycket trixande... och det här om hur ska sladden sitta på lampan... för att den överhuvudtaget ska kunna lysa, va... och... fick ju inte använda några lamphållare eller så utan... det skulle man ju sätta dit sladdarna själv och dom flesta lyckades... alla lyckades väl i princip, ja (Bertil, intervju).

#### **Kommentar**

Syftena med laborationerna i grupp B tycks främst vara att visa på olika aspekter av fenomenet elektricitet för att eleverna ska få en *förståelse* för det. Detta kan tolkas som att eleverna ska ”se och lära”. Under de observerade lektionerna är dock ovanstående syften mer eller mindre implicita för eleverna i laborationsinstruktionerna. Syftet med laborationen om hus med el-kopplingar handlar ovan om att göra vissa moment, som t.ex. att få en lampa att lysa, vilket också är explicit för eleverna i laborationsinstruktionen. Skillnaden mellan och användningsområden för likström/spänning och växelström/spänning nämndes inte i någon grupp.

## **7.3 Laborationsinstruktioner**

I detta avsnitt beskrivs vem som ger uppgiften eller instruktionen till laborationen, hur instruktionen är utformad och vad den innehåller.

### **7.3.1 Instruktionens givare**

Det är läraren som ger uppgiften/instruktionen till laborationen i samtliga observerade fall.

#### **Läraren ger uppgiften/instruktionen**

Vid samtal med läraren Bertil framkommer det att det är han som lärare som ger eleverna ett problem att lösa.

- Intervjuaren: Men hur börjar det då, vem ger dem problemet, så att säga?  
 Läraren Bertil: Det är jag som gör då, va.  
 Intervjuaren: Du presenterar någonting?  
 Läraren Bertil: Ja, precis. Det är det, och utifrån det får dom förhoppningsvis en handledning ...

Även i de två andra grupperna visar det sig att det vid samtliga observerade tillfällen är läraren som ger eleverna den uppgift som ska genomföras under laborationen.

### **7.3.2 Instruktionens utformning**

Den utdelade instruktionen bör vara relativt självinstruerande, anser läraren Bertil, men minimalt med instruktioner är dock det ideala, enligt honom. I det empiriska materialet förekommer det att eleverna får uppgifter med få instruktioner om hur de ska lösas, men i många fall får eleverna utförliga skriftliga instruktioner. Oftast ger läraren instruktioner även muntligt och med hjälp av tavlan.

#### ***Självinstruerande instruktioner***

Läraren Bertil förespråkar laborationshandledningar som är självinstruerande.

... en handledning då som ska vara relativt självinstruerande också då, va som man kan... där det finns precis det dom behöver för att kunna ta sig vidare till nästa steg eller mål och kanske använda det dom har lärt sig tidigare och så också, det är det ultimata... (Bertil, intervju).

Ibland antas att de skriftliga instruktionerna är så tydliga och klara att vem som helst kan följa dem. Vid ett tillfälle i grupp B (se tabell 7.1, laboration 3a) ges till en början inga muntliga instruktioner utan eleverna får ett papper med skriftliga och bildliga instruktioner. Instruktionerna handlar bl.a. om hur eleverna ska göra elektriska kopplingar efter kopplingsscheman. Under laborationen blir det lite kaosaktigt, eleverna har svårt att tolka de skriftliga instruktionerna. Läraren får springa runt och peka och förklara vad eleverna ska göra, medan de som inte vet vad de ska göra pratar om annat, t.ex. vad de ska göra efter skolan. Läraren beslutar till slut att nästkommande gång muntligt gå igenom vad och hur eleverna ska göra, varefter eleverna får ytterligare en lektion på sig för att genomföra laborationen.

Tabell 7.1. Beskrivning av laborationer och laborationsinstruktioner i de tre grupperna.

Grupp	Genomförda laborationer	Laborationsinstruktioner
Grupp A1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Få en lampa att lysa + andra kopplingsövningar (bl.a. serie- och parallellkoppling).</li> <li>2. Galvaniska element.</li> <li>3. Ledningsförmåga.</li> <li>4. Kopplingsövningar med batterier och voltmeter</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muntliga, nya för varje kopplingsövning. Ex. "du ska få en lampa att lysa starkt hela tiden och två lampor att lysa svagt när du trycker på strömbrytaren".</li> <li>2. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen och ritar på tavlan. Eleverna får själva välja metallkombinationer bland en mängd olika metaller</li> <li>3. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen och ritar på tavlan.</li> <li>4. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen och ritar på tavlan.</li> </ol> <p>Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning.</p>
Grupp A2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Få en lampa att lysa.</li> <li>2. Kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling av lampor).</li> <li>3. Galvaniska element.</li> <li>4. Kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling av batterier).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning.</li> <li>2. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning.</li> <li>3. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Ritar tabell på tavlan med fyra metallkombinationer som alla ska testa sen får man välja resten själv.</li> </ol> <p>Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning.</li> </ol>
Grupp B	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Statisk elektricitet.</li> <li>2. Galvaniska element.</li> <li>3. Kopplingsövningar med kopplings-scheman (serie- och parallellkoppling)</li> <li>4. Skruva ihop sladdar, kontakter/stickproppar, strömbrytare och lamphållare.</li> <li>5. Hus, med el-kopplingar (få en lampa att lysa).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skriftliga.</li> <li>2. Muntliga med hjälp av tavlan och laborationsutrustningen. Eleverna har fyra metaller som de kombinerar fritt.</li> <li>3. a) Skriftliga. b) Muntliga<sup>*)</sup></li> <li>4. Muntliga med hjälp av laborationsutrustningen.</li> <li>5. Muntliga med hjälp av laborationsutrustningen.</li> </ol>

<sup>\*)</sup> Laboration 3 i grupp B görs två gånger, första gången med enbart skriftliga instruktioner (a) och andra gången även med muntliga instruktioner (b). En del elever får dessutom fullfölja denna laboration under ett "elevens val"-pass.

### ***Minimalt med instruktioner – det ideala***

Läraren Bertil säger att behovet av tydliga instruktioner minskar när eleverna blir mer vana vid att laborera. Målet är att de ska försöka lösa så mycket som möjligt själva. Han brukar därför försöka ge så lite instruktioner som möjligt.

... labvana, i början måste man ha det så, det måste man ha, det måste man kanske inte ha men jag brukar ha tydliga [instruktioner], sen får man... sen blir det mindre och mindre och mindre instruktioner och... att man ska för-

söka lösa så mycket som möjligt själv, fast minimalt försöker jag alltid lägga in... minimalt med instruktioner (Bertil, intervju).

Laborationens svårighetsgrad och intentionen med den har dock betydelse för hur mycket instruktioner eleverna får, säger läraren Bertil.

... Beror ju på också vilken laboration de har. Den kan bli... den kan ha väldig, det beror på hur svår labben är tycker jag då va... och vilket syfte man har med laborationen överhuvudtaget. Att det... är det många moment du ska... göra då måste du ha en... en någorlunda tydlig instruktion... och sen kanske dra slutsatser utefter när du har gjort laborationen...

... eller så kan det vara så att du... du ska använda dina kunskaper för att kunna klara av laborationen, då... då ska du inte ha så mycket instruktioner... lab-instruktioner... utan då försöker man kanske slänga ut lite såna ledtrådar istället (Bertil, intervju).

### *Uppgifter med få instruktioner*

I grupp A1 får eleverna bl.a. en uppgift (se tabell 7.1 laboration 1) muntligt, där de med hjälp av en sladd och ett batteri utan hållare ska få en glödlampa utan hållare att lysa. Eleverna får flera liknande uppgifter efter hand under lektionen där de t.ex. ska få två lampor att lysa svagare än normalt eller där en lampa ska lysa normalt när man trycker på strömbrytaren medan den andra lampan ska lysa hela tiden<sup>91</sup>.

I grupp A2 får eleverna en liknande uppgift (se tabell 7.1, laboration 1) ur den lärobok<sup>92</sup> de använder, där de med hjälp av en koppartråd och ett batteri utan hållare ska få en glödlampa utan hållare att lysa.

Även i grupp B får eleverna en liknande uppgift (se tabell 7.1, laboration 5) muntligt, skillnaden är dock att lampan ska monteras i ett pappershus som eleverna får konstruera först.

### *Skriftliga instruktioner*

I grupp A2 (och delvis i grupp A1) följs ofta de laborationsinstruktioner som finns i den lärobok som används. Dessa instruktioner kompletteras ibland med att läraren Allan (respektive Anders) visar det material som ska användas (se även tabell 7.1).

<sup>91</sup> Uppgifterna påminner om de som beskrivs på s. 61 i Hägglund, Eskilsson, Jylltorp, Schoultz och Söderbäck, 1985, NO-combi – Vad är NO?

<sup>92</sup> Paulsson, Nilsson, Karpsten, & Axelsson, 1996, TEFY.

Läraren Bertil i grupp B skriver ofta egna laborationsanvisningar eller kopierar ur olika litteratur och delar ut till eleverna, då den lärobok<sup>93</sup> eleverna tidvis använder saknar laborationsanvisningar (se även tabell 7.1).

### ***Muntliga instruktioner, med hjälp av tavlan och laborationsutrustningen***

I grupp A1 går läraren Anders ofta noggrant igenom, muntligt och med hjälp av tavlan, steg för steg, vad som ska göras och hur laborationerna ska genomföras. Ibland får eleverna också en skriftlig instruktion via läroboken<sup>94</sup> (se även tabell 7.1).

Läraren Allan i grupp A2 visar ofta den utrustning eleverna sedan ska använda och berättar hur de ska göra. Ofta får de även följa den skriftliga instruktionen i boken<sup>95</sup> (se även tabell 7.1).

Vid några tillfällen inleder läraren Bertil med en muntlig genomgång med hjälp av tavlan. Hans kollega Björn går sedan ibland ytterligare igenom laborationen<sup>96</sup> muntligt och med hjälp av det material som ska användas. Eleverna får då ingen skriftlig instruktion. I övrigt är det främst skriftliga instruktioner i grupp B (se även tabell 7.1).

### **7.3.3 Instruktionens innehåll**

Instruktionen handlar främst om vad som ska göras på laborationen och hur.

#### ***Instruktioner om vad som ska göras och hur***

Instruktionerna beskriver ofta utförligt vad eleverna ska göra under laborationen och hur det ska utföras (se tabell 7.2, 7.3 och 7.4 nedan). Exempelvis ritar läraren Bertil vid ett tillfälle<sup>97</sup> på tavlan hur metallerna i ett galvaniskt element ska placeras i en saltlösning och kopplas till en voltmeter samt hur eleverna ska fylla i resultatet i en tabell. I det fallet får eleverna fyra olika metaller som de får kombinera hur de vill<sup>98</sup>. Grupp A1, som gör en liknande laboration, får också instruktioner om hur de ska koppla ihop utrustningen, hur voltmeteren ska avläsas, och om hur tabellen ska fyllas i, men de får

---

<sup>93</sup> Undvall & Karlsson, 1996

<sup>94</sup> Paulsson, Nilsson, Karpsten, & Axelsson, 1996, TEFY.

<sup>95</sup> Paulsson, Nilsson, Karpsten, & Axelsson, 1996, TEFY.

<sup>96</sup> Exempel laborationen om galvaniska element, se kapitel 8.

<sup>97</sup> Se kapitel 8

<sup>98</sup> Laborationen beskrivs i kapitel 8.

friheten att välja mellan flera olika metaller. Dessa får de kombinera hur de vill.

Efter en skriftlig instruktion om hur t.ex. en koppling ska genomföras, kan ibland de fortsatta instruktionerna ges i form av en skriftlig fråga, t.ex. ”Hur många lampor lyser när du trycker på strömbrytaren?”. Det leder ofta till att eleverna trycker på strömbrytaren och därefter svarar på frågan.

### ***Kommentar***

Många gånger är laborationens syfte outtalat. Eleverna får veta vad och hur de ska göra, men sällan ges några relationer till varför de ska göra så eller meningen med att utföra laborationen eller innebörden i laborationen. Det förutsätts eleverna tydligen själva inse<sup>99</sup> under laborationens genomförande. Det kan göra att naturvetenskapen kan uppfattas som svår och mystisk.

## **7.4 Elevers laborationsarbete utifrån laborationsinstruktionerna**

I detta avsnitt beskrivs dels vad eleverna fokuserar på under laborationerna, dels hur de redovisar sitt resultat.

### ***7.4.1 Elevers fokusering under laborationerna***

Eleverna följer instruktionen noggrant och fokuserar främst på att utförandet av laborationen blir korrekt enligt instruktionen. Däremellan uppmärksammar de bl.a. för dem nya artefakter (t.ex. laborationsutrustning), språket/språkspelet, vad som händer i laborationsförsöket och hur det ska tolkas samt hur laborationen ska redovisas. I detta avsnitt beskrivs vad som observerats i det empiriska materialet angående elevernas fokusering, enligt följande:

A. Fokus på utförandet enligt instruktionen:

- A1. Vad ska göras på laborationen?
- A2. Hur ska laborationen göras?
- A3. Räcker tiden till?
- A4. Har vi gjort rätt?
- A5. Är allt gjort?

---

<sup>99</sup> Jfr. Lindahls (2003) avhandling där elever uttrycker att de inte ser någon mening med laborationerna.

B. Fokus på artefakter<sup>100</sup>:

B1. Hur ser symbolen för artefakten ut?

C. Fokus på språket/språkspelet<sup>101</sup>:

C1. Frågans utformning styr svaret.

D. Fokus på vad som händer i laborationsförsöket och hur det ska tolkas:

D1. Vad händer? (vardaglig tolkning på egen hand med vardagligt språkbruk).

D2. Vad händer? ([försök till] naturvetenskaplig tolkning på egen hand med naturvetenskapligt språkbruk).

D3. Hur ska man tolka det man noterat? (elev behöver hjälp att tolka resultatet).

E. Fokus på resultatredovisningen enligt instruktionen:

E1. Vad ska redovisas i resultatet?

I tabellerna 7.2, 7.3 och 7.4 nedan kan man se en sammanfattning av laborationerna och elevernas aktiviteter under dessa. Tabellerna kommenteras vidare i de olika resultatkapitlen.

---

<sup>100</sup> Elevernas möte med artefakterna beskrivs utförligare i kapitel 8.

<sup>101</sup> Elevernas möte med språket beskrivs utförligare i kapitel 9.

Tabell 7.2. Beskrivning av laborationer, instruktioner och vad de går ut på i grupp A1, samt en tolkning av elevernas aktiviteter och samtal.

Genomförda laborationer	Laborationsinstruktioner	Laborationsinstruktionerna går ut på att eleverna:	Tolkning av elevernas aktivitet och samtal <sup>*)</sup> (främst med läraren <sup>**)</sup> )
1. Få en lampa att lysa + andra kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling). 2. Galvaniska element. 3. Ledningsförmåga. 4. Kopplingsövningar med batterier och voltmeter.	1. Muntliga, nya för varje kopplingsövning. Ex. "du ska få en lampa att lysa starkt hela tiden och två lampor att lysa svagt när du trycker på strömbrytaren. 2. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen och ritar på tavlan. Eleverna får själva välja metallkombinationer bland en mängd olika metaller. 3. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen och ritar på tavlan. 4. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen och ritar på tavlan. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning.	1. provar sig fram att koppla så att instruktionen uppfylls, då ritar de av kopplingen (utan förklarande text). 2. kopplar enligt instruktionerna, väljer själva vilka metaller (ca 6-7 olika metaller att välja mellan) de ska testa och skriver voltmeters utslag i en tabell. 3. Skriver en hypotes om vilken metalltråd som leder ström bäst, provar olika metalltråders "ledningsförmåga" med hjälp av en lampas ljusstyrka, skriver ner vilken metalltråd som leder ström bäst/sämst. 4. kopplar batterier i serie och parallellt och mäter spänningen med voltmeter, samt fyller i resultatet i boken.	1. Görandet och resultatredovisningen (kopplingsschemat) hamnar i fokus – "vad ska man göra?", "hur ska man göra?". 2. Görandet och resultatredovisningen (tabellen) hamnar i fokus. 3. Hypotes – gissning (känner inte till metallerna och inte heller någon teori kring deras ledningsförmåga). Görandet och diskussion om lampans ljusstyrka hamnar i fokus. 4. Görandet och resultatredovisningen hamnar i fokus.

<sup>\*)</sup> I samband med instruktionerna och utförandet dyker även frågor upp angående bl.a. laborationsutrustningen (artefakterna) och en del terms innebörd (språket).

<sup>\*\*)</sup> I grupp A1 är det främst inspelningar där läraren har mikrofonen som gjorts.

Tabell 7.3. Beskrivning av laborationer, instruktioner och vad de går ut på i grupp A2, samt en tolkning av elevernas aktiviteter och samtal.

Genomförda laborationer	Laborationsinstruktioner	Laborationsinstruktionerna går ut på att eleverna:	Tolkning av elevernas aktivitet och samtal <sup>*)</sup> (främst med läraren <sup>**)</sup> )
1. Få en lampa att lysa. 2. Kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling av lampor). 3. Galvaniska element. 4. Kopplingsövningar (serie- och parallellkoppling av batterier).	1. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning. 2. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning. 3. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Ritar tabell på tavlan med fyra metallkombinationer som alla ska testa sen får man välja resten själv. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning. 4. Muntliga, visar med hjälp av laborationsutrustningen. Skriftliga, enligt bokens laborationshandledning.	1. kopplar sladdar till ett batteri och en respektive två lampor utan hållare. 2. kopplar lampor i serie och parallellt och studerar ljusstyrkan. 3. kopplar enligt instruktionerna, först de fyra kombinationer de fått från instruktionen, sedan kan de välja själva vilka metaller (ca 6-7 olika metaller att välja mellan) de ska testa och skriver voltmeterns utslag i en tabell. 4. kopplar batterier i serie och parallellt och mäter spänningen med voltmeter, samt fyller i resultatet i boken.	1. Görandet och resultatredovisningen i boken hamnar i fokus. 2. Görandet och resultatredovisningen i boken hamnar i fokus. 3. Görandet och resultatredovisningen i boken hamnar i fokus. 4. Görandet och resultatredovisningen i boken hamnar i fokus.

<sup>\*)</sup> I samband med instruktionerna och utförandet dyker även frågor upp angående bl.a. laborationsutrustningen (artefakterna) och en del termers innebörd (språket).

<sup>\*\*)</sup> I grupp A2 är det främst inspelningar där läraren har mikrofonen som gjorts.

Tabell 7.4. Beskrivning av laborationer, instruktioner och vad de går ut på i grupp B, samt en tolkning av elevernas aktiviteter och samtal.

Genomförda laborationer	Laborationsinstruktioner	Laborationsinstruktionerna går ut på att eleverna:	Tolkning av elevernas aktivitet och samtal <sup>*)</sup>
1. Statisk elektricitet. 2. Galvaniska element. 3. Kopplingsövningar med kopplingschema (serie- och parallellkoppling) 4. Skruva ihop sladdar, kontakter, strömbrytare och lamphållare. 5. Hus, med elkopplingar (få en lampa att lysa).	1. Skriftliga. 2. Muntliga med hjälp av tavlan och laborationsutrustningen. Eleverna har fyra metaller som de kombinerar fritt 3. a) Skriftliga. b) Muntliga <sup>**)</sup> 4. Muntliga med hjälp av laborationsutrustningen. 5. Muntliga med hjälp av laborationsutrustningen.	1. går runt på olika stationer och utför de skriftliga uppgifterna om statisk elektricitet, och beskriver vad som händer "med egna ord". 2. kopplar in olika metaller (väljer själva vilka kombinationer av fyra metaller) och skriver voltmeterns utslag i en tabell, där plus- respektive minuspol ska urskiljas. 3. ritar kopplingschema till bilder av el-komponenter (göra kopplingarna) och svara på frågor. 4. skruvar ihop "vanliga" kontakter, m.m. och testar sedan om det fungerar med hjälp av glödlampa. 5. bygger ett hus i papper och kopplar sladdar, batteri och lampa så att lampan lyser.	1. Görandet och resultatredovisningen (vardagliga beskrivningen) hamnar i fokus. 2. Görandet och resultatredovisningen (tabellen) hamnar i fokus. 3. Görandet hamnar i fokus. Svaren på frågorna skrevs i anteckningsboken: ex. 1. Ja, 2. en lampa lyser osv. Dvs. svårtolkat utan tillgång till frågan. 4. Görandet hamnar i fokus. Eleverna arbetar koncentrerat under tystnad med att skruva ihop kontakter m.m. 5. Görandet hamnar i fokus. Samtalsämne: Färgval på huset, i vilket rum ska lampan sitta, hur ska tejpens sitta så att sladdarna kommer rätt mot lampan, dvs. så att lampan lyser, osv.

<sup>\*)</sup> I samband med instruktionerna och utförandet dyker även frågor upp angående bl.a. laborationsutrustningen (artefakterna) och en del termers innebörd (språket).

<sup>\*\*)</sup> Laboration 3 i grupp B görs två gånger, första gången med enbart skriftliga instruktioner (a) och andra gången även med muntliga instruktioner (b). En del elever får dessutom fullfölja denna laboration under ett "elevens val"-pass.

### A. Fokus på utförandet enligt instruktionen

Eleverna fokuserar på vad som ska göras och hur det ska utföras, om tiden räcker till, om man har gjort rätt och om allt är gjort, kort sagt att laborationen fullföljs.

#### A1. Vad ska göras på laborationen?

I följande exempel fokuserar eleverna på vad som ska göras enligt instruktionerna från läraren. Det handlar dels om vad som konkret ska utföras, dels vilka uppgifter som ska göras och i vilken ordning, samt om man gör de rätta uppgifterna.

**Exempel 1: Vad ska konkret utföras?**

- Mimmi: Okej, (??), ska man göra nåt mera?  
 Maria: Man ska rita och anteckna.  
 Mimmi: Vad som händer...

Mimmi uppmärksammar under en laboration<sup>102</sup> ett mellanrum huruvida man ska göra något mer än det man gjort. Maria etablerar då relationen att man ska rita och anteckna (enligt de interaktionserbjudanden som ges i instruktionen). Mimmi etablerar då relationen att man ska rita och anteckna "vad som händer". Vid ett annat tillfälle under samma laboration läser Maria i instruktionen vad som ska göras.

- Maria: "Tillverka en linjalhållare med ståltråd och sytråd..." (Paus, går iväg). (Vänd till Mimmi:) Ska vi göra en sån här linjalhållare, det är inte så svårt.

Instruktionens interaktionserbjudanden i detta möte handlar främst om vad som ska göras.

I en annan grupp<sup>103</sup> uppmärksammades också mellanrum angående vad som ska göras:

- Lisa: Mm... ska vi ha sladdar... mm... den lyste ju... vad ska man göra när man vet det då? Ska man skriva ner det?

I detta möte tycks man sakna instruktion om vad som ska göras. Eventuellt är man så van att få instruktioner om allt som ska göras att man blir handfallen när instruktioner plötsligt saknas.

**Exempel 2: Vilka uppgifter ska göras och i vilken ordning?**

- Lena: ... skulle man göra alla dom här [uppgifterna]? Får börja med den då...  
 Curt: Jag tror vi ska göra alla...  
 Lena: ... vi börjar med den  
 Curt: Ettan då?

---

<sup>102</sup> Grupp B, laboration 1 (se tabell 7.4).

<sup>103</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

I mötet med den skriftliga instruktionen<sup>104</sup> och dess olika uppgifter uppmärksammar Lena ett mellanrum huruvida man ska göra alla uppgifterna. Med hjälp av de interaktionserbjudanden som ges kommer man tillsammans överens om att det förmodligen är så, och att man ska börja med ”ettan”. Mellanrummet fylls därmed.

John och Axel hade liknande bekymmer under laborationen med elektriska kopplingar<sup>105</sup> och vände sig till läraren:

- John: (till läraren Bertil) Ska vi inte göra det här?  
 Läraren: Nej, inte den, vi tar den.  
 Axel: Vad skulle vi inte göra?  
 John: Rita kopplingsschema?  
 Läraren: Nej, börja ni med den, börja ni med den.  
 John: Jag fattar inte. Nej, men Axel... det står... Axel, kolla här vi ska göra det ju. Ska man skriva samtidigt också? Vi gör det.  
 Axel: Nej, men alltså Bertil, hur ska vi göra? Vi ska ju...  
 Läraren: Börja där. Gör som det står.  
 Axel: Vi ska göra...  
 Läraren: Javisst, gör som det står, börja där...  
 John: ... batteri ett komma fem, vänta dra ut två sladdar... En sån utan hållare.  
 Axel: Ja  
 John: Utan hållare, vad f-n snackar dom om?  
 Jenny: (från en annan grupp) J-a skit, jag fattar inte ett dugg.  
 John: Vem gör det? Ja, men kolla, man ska inte göra bilderna Erland (vänd till Erland i en annan grupp) som vi trodde, man ska göra uppgiften... som är helt c...

John har tydligen uppmärksammat att de ska hoppa över någon uppgift, men vill ha det bekräftat av läraren. Instruktionen medierar tydligen inte kanaliserat vilket leder till att mellanrum uppmärksammas. Eleverna fokuserar vad som ska göras och inte göras och om man ska ”skriva samtidigt”. Eleverna i gruppen är överens med andra elever om att de ”fattar inte ett dugg”, utan fokuserar på vad som ska göras enligt instruktionen.

---

<sup>104</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

<sup>105</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

**Exempel 3: Är det rätt uppgifter som utförs?**

- Curt: (Tittar sig omkring på vad andra grupper gör). Dom håller ju bara på och kopplar med saker.
- Lena: Ja ... Mhm, det kanske inte är samma. Dom kanske inte har fattat hur dom ska göra. Det är nog bara vi som gör det.
- Curt: ... stoppar...
- Lena: Nu är vi färdiga med det... Bertil... Bertil, ska man verkligen göra så här... kom...
- Läraren: Ja, ni ska göra såna här kopplingsschema, ja.
- Lena: Ja, ska alla göra så här då? Alla andra bara sitter och kopplar.
- Curt: ... håller på och kopplar och så.
- Läraren: Då gör dom fel vet du, ni gör rätt.
- Lena: Tack
- Curt: Vi säger ingenting (ohörbart)
- Lena: Nej, (ohörbart) får inte göra det.

Curt och Lena<sup>106</sup> noterar att övriga elevgrupper inte gör samma saker som de gör. Flera frihetsgrader tycks finnas, vilket leder till att mellanrum uppmärksammas angående om de gör rätt. Till slut frågar Lena läraren Bertil ”ska man verkligen göra så här”. Läraren bekräftar att det är korrekt. Lena och Curt kommer då överens om att inte avslöja vad som ska göras för övriga elever.

***A2. Hur ska laborationen göras?***

I nedanstående exempel fokuserar eleverna på *hur* laborationen ska utföras enligt instruktionen från läraren.

**Exempel 1: Hur ska laborationsutrustningen kopplas?**

- Axel och John kopplar efter ett kopplingsschema<sup>107</sup>.
- Axel: Oj då, nu ska plus vara åt andra hållet egentligen.
- John: Nej, plus ska vara åt det här.
- Axel: Och det, vad är det, det står inte på den typ.
- John: Vänta... jo, plu...
- Axel: Så ska det va...
- John: Nej
- Axel: Jo, du ser plus... det ska vara där.
- John: Jaha

<sup>106</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

<sup>107</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

- Axel: Mm, så... från plus...
- John: Sätt i den där, sätt i den där, där ska den sitta.
- Axel: Mm
- John: Och den ska sitta... dom ska sitta ihop först, sen ska man koppla dom... därifrån...
- Axel: ... till en strömställare.
- John: Ja

Eleverna är här lite osäkra på hur de ska tolka kopplingsschemat, då flera interaktionserbjudanden ges inledningsvis. Medieringen blir okanaliserad, vilket gör att eleverna uppmärksammar mellanrum angående hur de ska koppla el-komponenterna i den elektriska kretsen. En eller flera frihetsgrader tycks finnas. Artefakterna kan med andra ord sägas initiera ett problem (jfr. IDRf) som eleverna därmed fokuserar<sup>108</sup> på. Efter en stunds diskussion kommer eleverna överens och kan etablera relationer angående hur de ska koppla efter kopplingsschemat. Mellanrummet fylls.

### Exempel 2 Hur noggrant ska voltmetern avläsas?

Curt och Lena gör en annan uppgift under samma laboration och diskuterar bl.a. hur exakt avläsningen av voltmetern ska vara.

- Curt: Så... ska bara trycka på knappen... så (visslar till) spännande...
- Lena: Jahaa (skratt) (läser) "Vad visar voltmetern när du trycker på F, strömställaren?"
- Curt: "Vad visar voltmetern när du trycker på F, strömställaren?" Den visar tre volt.
- Lena: Nej, det gör den inte.
- Curt: Jo...nästan... två komma...
- Lena: ...komma åtta ... två komma åtta
- Curt: ...fem, sex, sju, åtta
- Lena: Två komma åtta
- Curt: (skriver)... Två komma åtta Volt... åtta. (Läser instruktionen:) "Vad skulle voltmetern visa, om det var tre seriekopplade batterier istället för två?" ... Vi skriver att det är tre volt istället. Då är det lättare och räkna ut det.
- Lena: Gör du det, när det ska vara exakt (skratt).

<sup>108</sup> Jfr. Marton & Booth, 2000, fokuserat medvetande. Det uppmärksammade mellanrummet i mötet med artefakterna blir "figur", medan det övriga för en stund blir "bakgrund".

Eleverna läser frågorna i laborationsinstruktionen och följer uppmaningen att trycka på F, strömställaren. Curt avrundar voltmeters utslag till 3 V, men Lena ifrågasätter det (uppmärksammar ett mellanrum) och vill avläsa exakt, dvs. 2,8 V. Det tycks med andra ord finnas en eller flera frihetsgrader, dvs. det finns flera handlingsalternativ att välja mellan angående hur noggrant voltmeter ska avläsas. Curt går med på Lenas förslag en kort stund (det står fast), men efter att ha läst nästa fråga, ”Vad skulle voltmeter visa, om det var tre seriekopplade batterier istället för två?”, konstaterar han att de ska avrunda till 3 V, så att det blir lättare att räkna (etablerar en relation). Lena vidhåller att det ska vara exakt, men tycks lita på honom ändå.

### **Exempel 3: Koppling under tystnad**

Som kan ses i tabell 7.4, laboration B4, blev det en ovanligt tyst laboration när eleverna skruvade ihop stickkontakter och andra el-komponenter. Eleverna arbetade en och en med att göra det man blivit instruerad om.

#### ***A3. Räcker tiden till?***

Följande excerpt är exempel på hur eleverna fokuserar på tiden och om den räcker för att hinna göra laborationen klart.

Lena: (Tittar på klockan) Men gud, vi har ju skitmycket kvar.

Curt: Tjugo minuter på oss... klarar vi det på.

Lena är orolig att tiden inte räcker till (tittar på klockan) och uppmärksammar att de har mycket kvar att göra enligt laborationsinstruktionen. Men Curt etablerar relationen att de har 20 minuter på sig och att då hinner de göra klart uppgifterna.

#### ***A4. Har vi gjort rätt?***

Eleverna är noga med att allt ska vara riktigt och rätt gjort enligt instruktionen och att resultatet ska vara ”korrekt”, vilket nedanstående exempel visar. Läraren Björn går runt i klassrummet och stannar till vid en bänk och frågar eleverna som håller på med laborationen om galvaniska element<sup>109</sup>:

Läraren: Vilken har gett... mest spänning?

Mimmi: Koppar och zink

---

<sup>109</sup> Grupp B, laboration 2 (se tabell 7.4).

- Caroline: Kol och zink väl?  
 Mimmi: Koppar och zink, kol och zink.  
 Maria: Mm  
 Mimmi: Mest hittills...  
 Läraren: Mm  
 Mimmi: Är det fel eller?  
 Läraren: Hur mycket har dom gett?  
 Mimmi: Noll komma sju  
 Läraren: Noll komma sju...  
 Mimmi: Vi har gjort fel eller hur?  
 Läraren: (skrattar)  
 Maria: Va?  
 Läraren: (skrattar) Nej...

Läraren försöker uppmärksamma eleverna på mellanrummet om vilken metallkombination som gett mest spänning. Mimmi (som har dyslexi) svarar koppar och zink, vilket gör att Caroline uppmärksammar ett mellanrum om att det är ”Kol och zink väl?”. Mimmi kontrollerar då i sin tabell och håller till slut med om att det är kol och zink som gett mest, dvs. de är överens – det står fast. Läraren säger inte så mycket, vilket gör att Mimmi uppmärksammar ett mellanrum om huruvida deras resultat är fel. Läraren frågar ”Hur mycket har dom gett?” och Mimmi svarar ”0,7”. Läraren upprepar svaret. Eleverna studerar läraren, och Mimmi säger ”Vi har gjort fel eller hur?”. Läraren skrattar, vilket gör Maria frågande. ”Nej”, säger läraren skrattande.

#### *A5. Är allt gjort?*

Nedanstående exempel visar hur eleverna fokuserar på att kontrollera om allt är gjort enligt instruktionerna.

- Mimmi: (går igenom vilka metallkombinationer de har testat genom att lägga metall för metall i en hög, samtidigt som hon tittar i tabellen.) Nej, det har vi inte alls, vi har inte tagit... jo, det har vi gjort... vi har tagit bly också... och kol... då är det koppar kvar då... har vi tagit koppar och kol... ja, men då är vi klara då ju. Vi är klara (vänd till läraren).

I det kontrollerande mötet med artefakterna uppmärksammar Mimmi mellanrum angående vad de gjort eller inte gjort, men fyller själv mellanrum-

men med relationer<sup>110</sup>. Mimmi konstaterar efter kontroll att allt är gjort enligt instruktionen och att de därför är klara med uppgiften – inget mer finns att göra.

### ***Kommentar***

Instruktionen tycks generera interaktionserbjudanden angående vad som ska göras och hur laborationen ska utföras. Eleverna fokuserar på detta och om tiden räcker till, om man gjort rätt och om allt är gjort. Eleverna är med andra ord mycket noggranna och ser till att allt verkligen görs enligt instruktionen.

### ***B. Fokus på artefakter***

I kapitel 8 beskrivs ytterligare om elevernas möten med artefakter och vilken betydelse dessa har för elevernas lärande. I detta avsnitt nämns därför bara ett kort exempel på hur eleverna kan fokusera på, för dem, nya artefakter (t.ex. laborationsutrustning) och deras symboler .

#### ***B1. Hur ser symbolen för artefakten ut?***

I detta exempel fokuserar eleverna på vilken symbolen är för en av deras artefakter (voltmetern). Under laborationen med elektriska kopplingar<sup>111</sup> ska eleverna rita kopplingsscheman för vissa kopplingar som finns på bild i deras instruktioner. Lena och Curt för då följande diskussion angående en symbol:

- Lena: ... Hur ser den där stålgrej... svarta grejen ut... strömbrytare... hur? ... ett V? ... den här? Ja, men det är väl den där?
- Curt: Ja, det är den.
- Lena: Ja, men den? (pekar)
- Curt: Jaha, det är en ring och ett V i så.
- Lena: Jaha... okej.

Lena uppmärksammar ett mellanrum angående symbolen för en av elkomponenterna, som hon benämner på flera olika sätt, ”stålgrej”, ”svarta grejen”, ”strömbrytare” ”ett V”. Troligen syftar hon på voltmetern, men Curt missuppfattar henne tydligt eftersom hon sedan pekar på artefakten och frågar igen. Utan att benämna artefakten med dess naturvetenskapliga benämning, och istället bara peka på den och tala om symbolen blir de

<sup>110</sup> Se vidare i kapitel 8.

<sup>111</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

överens och kan gå vidare – det står fast för dem vad symbolen är för ”stål-grejen”.

### ***Kommentar***

Enligt instruktionen ska eleverna rita kopplingsscheman för några kopplingar. Det är i det sammanhanget eleverna fokuserar symbolen för artefakten. I mötet med artefakten, symbolen och uppgiften finns tydligen flera interaktionserbjudanden för eleverna. Artefakterna medierar okanaliserat, det finns med andra ord en eller flera frihetsgrader, vilket leder till att mellanrum uppmärksammas. Fokus hamnar därmed på att försöka fylla mellanrummet angående vilken symbolen är för ”den svarta grejen”. Instruktionen tycks styra vad som fokuseras. Artefaktens benämning efterfrågas däremot inte i instruktionen och fokuseras därmed heller inte i samtalet. För att kunna tala om föremålen inför eleverna istället s.k. hjälpord (Rundgren, 2006).

### ***C. Fokus på språket/språkspellet***

Ovanstående exempel visar att eleverna inte känner till de naturvetenskapliga benämningarna på alla artefakter som de använder, dvs. att de inte känner till det nya språkspellet fullt ut. Exemplet visar också att de inte heller fokuserar benämningen, då det inte behövs för att lösa uppgiften. I kapitel 9 beskrivs utförligare hur eleverna fokuserar på respektive inte alltid tänker på det speciella språk som används inom skolans naturvetenskapliga språkspel. I detta avsnitt ges därför bara ett kort exempel på hur elever fokuserar språket/språkspellet utifrån frågans utformning och tolkar det som en regel för hur resultatet ska se ut.

#### ***C1. Frågans utformning styr svaret***

Eleverna Curt och Lena kopplar el-komponenter i en strömkrets och läser instruktionsfrågorna<sup>112</sup>.

- Curt: Så där.  
 Lena: Ja, det gjorde mycket nytta. Behöver ju inte ens trycka på knappen. [Läser:] ”Koppling fem. Vilka lampor lyser innan du trycker på strömställaren?” Alla.  
 Curt: Men vänta. Det ska ju inte vara så förstår du väl...  
 Lena: Jo, det ska ju det. Lyssna här: ”Vilka lampor lyser innan...”  
 Curt: Titta här...

<sup>112</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

Lena: ... du trycker... Lyssna! ”Vilka lampor lyser innan du trycker på strömställaren?”. Hur ofta är det någon sådan fråga där man ska skriva ”ingen”. Det ska vara så.

Curt: OK...

Eleverna ”läser mellan raderna”, dvs. försöker tolka ut svaret efter hur frågan är ställd, texten förväntas förmedla regler (språkspelsregler) om hur frågor ställs och vilket svar som därmed kan förväntas. Man kan säga att frågan fungerar som ett interaktionserbjudande. Instruktionstexten blir med andra ord en slags auktoritet i det här fallet, som styr vad eleverna svarar på frågorna. Istället för att lita till sin egen observation litar de till texten som en auktoritet (jfr. Wickman, 2002).

### ***Kommentar***

I det här fallet försöker eleverna finna ut svaret på frågan efter hur de tror att språkspelsreglerna ser ut. De fokuserar med andra ord språket och hur det formuleras. I nedanstående exempel visas hur eleverna använder ett mer vardagligt språkspel för att beskriva vad som händer. Språket och språkspelet kommer med andra ord i fokus nästan hela tiden.

### ***D. Fokus på vad som händer i laborationsförsöket och hur det ska tolkas***

När eleverna fokuserar vad som händer i de olika försöken på laborationen, beskriver och tolkar de det ofta utifrån ett för dem känt språk, dvs. med ett vardagligt språkbruk, men ibland försöker eleverna att beskriva och tolka med ett naturvetenskapligt språkbruk. I de två första av nedanstående exempel beskriver och tolkar eleverna på egen hand vad som händer i de olika försöken. I det sista exemplet behöver eleven hjälp att tolka sitt resultat.

#### ***D1. Vad händer? (vardaglig tolkning på egen hand med vardagligt språkbruk)***

Under laborationen om statisk elektricitet<sup>113</sup> beskriver Axel och John vad som händer när de håller en elektriskt laddad penna mot en fritt hängande elektriskt laddad linjal.

Axel: Kolla nu...  
 John: Nej, det går inte  
 Axel: Den åker bara åt det hållet.  
 Läraren: Ja

---

<sup>113</sup> Grupp B, laboration 1 (se tabell 7.4).

- Axel: Nej, nu åkte den så  
 Läraren: Mm  
 John: Den följde ju efter den också.  
 Axel: Ja  
 John: Eller trycktes den bort?  
 Axel: Jo, den trycks ju bort, gjorde den.  
 John: Vänta, försök nu igen... tryck... håll pennan så.  
 Läraren: (Talar om för alla att det är dags att plocka undan, tiden är ute)  
 Axel: Den trycks bort.  
 John: Vänta...  
 Axel: Den trycks bort gör den.

Att se att en rörelse beror på att två föremål dras till varandra eller stöter bort varandra kan vara svårt att se själv. Inledningsvis tycks försöket ge upphov till flera interaktionserbjudanden att välja mellan, vilket innebär att det finns en eller flera frihetsgrader. Artefakterna medierar i situationen på ett okanaliserat sätt, vilket tycks leda till att eleverna uppmärksammar mellanrum. Tillsammans hjälps de åt att kanalisera medieringen och etablerar till slut relationen att pennan och linjalen ”trycks bort” ifrån varandra. Men att dessutom veta att det kallas att repellera är omöjligt om man aldrig hört ordet i detta sammanhang förut.

Elevernas beskrivning och tolkning av ovanstående skulle med andra ord kunna sägas vara vardaglig. I nästa exempel försöker eleverna göra en mer naturvetenskaplig beskrivning och tolkning i ett liknande försök.

***D2. Vad händer? ((försök till) naturvetenskaplig tolkning på egen hand med naturvetenskapligt språkbruk)***

Mimmi och Maria beskriver vad som händer i några försök under laborationen om statisk elektricitet<sup>114</sup>.

**Exempel 1: Varför fastnar ballongen på väggen?**

Eleverna har gnidit en ballong mot håret och sedan placerat ballongen på väggen.

Läraren (till alla): Tänk på vad vi pratade om förut idag då...

---

<sup>114</sup> Grupp B, laboration 1 (se tabell 7.4).

- Mimmi: Ja, jag vet vad som händer.  
 Läraren (till alla): ... med elektroner och så där.  
 Mimmi: På det första ballongen blir det väl att man... man gnider bort elektronerna och sen är den minusladdad, väggen?

Läraren ger tips om att man ska tänka på elektroner när man beskriver vad som händer. Mimmi är ivrig och försöker förklara för Maria varför ballongen fastnar på väggen. För Mimmi medierar artefakterna i det här mötet med artefakterna och tidigare erfarenheter på ett kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt. Artefakterna kan sägas utgöra en tankestötta (jfr. t.ex. Schoultz, 2000; Säljö, Schoultz, & Wyndhamn, 1999) som hjälper Mimmi i hennes resonemang.

**Exempel 2: Varför stöter linjalerna bort varandra?**

Lite senare under samma laboration, men med ett försök där de för en elektriskt laddad linjal mot en annan fritt hängande elektriskt laddad linjal, försöker Mimmi förklara vad som händer.

- Mimmi: För att... båda är... först gned jag på den här [linjalen], då försvann dom minusladdade. Så gned jag på den här [en annan linjal] då försvann minusladdade för plus och plus går ju inte ihop...  
 Maria: Nej, nej.  
 Mimmi: ... så när jag gör så här för den bort den andra... så här (skratt). Titta vad duktig man kan vara.

Mimmi försöker med hjälp av artefakterna som tankestötta att beskriva och tolka försöket utifrån ett naturvetenskapligt resonemang om hur laddade föremål "beter" sig gentemot varandra. Även här medierar artefakterna i mötet på ett kanaliserat sätt för Mimmi. Resonemanget tycks stå fast i elevernas samtal.

***D3. Hur ska man tolka det man noterat? (elev behöver hjälp att tolka resultatet)***

Ibland får eleverna fram resultat genom att t.ex. avläsa en voltmeter. Vid en första anblick kan man då tycka att de använder och hanterar ett naturvetenskapligt språkbruk. Men även när resultatet är antecknat kan de behöva hjälp att tolka resultatet.

Lektionen innan<sup>115</sup> den här beskrivna, har eleverna mätt spänningen mellan olika metaller doppade i en saltlösning. Eleven Lina har noterat att det hon skrivit i anteckningsboken ser märkligt ut av någon anledning. Hon går fram till läraren (Anders) några minuter in på lektionen:

- Lina: Anders! Vad ska det stå här? Ska det stå så? Det ska det inte!  
(Visar sin anteckningsbok för läraren.)
- Läraren: Joo.
- Lina: Men ser du inte vad det står?
- Läraren: 2000 mV, betyder 2000 millivolt, betyder 2 volt.
- Lina: Jaha. (Går och sätter sig igen.)

Lina har uppmärksammat ett mellanrum angående om det verkligen ska stå så som hon har skrivit i sin bok. Det hon skrivit medierar på ett okanaliserat sätt, vilket gör att det finns flera alternativ angående hur det skrivna kan tolkas. Det finns med andra ord en eller flera frihetsgrader. Hon ber läraren om hjälp för att fylla mellanrummet. Läraren konfirmerar det hon skrivit. Men Lina tycker fortfarande att det verkar konstigt så hon försöker uppmärksamma läraren på vad det står igen. Läraren läser då högt vad det står och talar om vad 2000 millivolt innebär med en annan enhet, volt. Uttrycket två volt verkar vara mer välkänt för Lina och en relation tycks därmed vara etablerad. Att resultatet ser ”korrekt” ut på papperet behöver med andra ord inte innebära att eleverna har förstått.

### ***Kommentar***

I laborationsinstruktionen i exemplen D1 och D2 ovan har eleverna fått uppgiften att beskriva vad som händer. Instruktionen hjälper med andra ord eleverna att fokusera på vissa interaktionserbudanden. Men beroende på val av språkspel blir interaktionserbudandena olika i de två grupperna, med följderna att lärandeinnehållet blir olika för de två grupperna. I exempel D3 är laborationsresultatet redan noterat, men för eleven finns tydligen flera interaktionserbudanden att välja mellan när hon ska tolka resultatet, vilket gör att hon söker lärarens hjälp.

### ***E. Fokus på resultatredovisningen enligt instruktionen***

Eleverna är som tidigare noterats noga med att följa laborationsinstruktionen. I nedanstående exempel har eleverna uppmärksammat att resultatet

---

<sup>115</sup> Grupp A1, laboration 2 (se tabell 7.2).

kan beskrivas på olika sätt och frågar sig därför vad som ska vara med i resultatredovisningen.

### *El. Vad ska redovisas i resultatet?*

Mimmi och Maria följer de skriftliga instruktioner läraren gett dem. Mimmi har gnidit en ballong mot sin tröja och placerat den mot väggen. Ballongen fastnar på väggen.

- Maria: Är det nåt mer vi ska skriva?  
 Mimmi: Ballongen fastnar på väggen. Bertil (vänd mot läraren), ska man skriva varför den fastnar på väggen?  
 Läraren: Varför är ju inte säkert att ni vet, ni ska skriva vad som händer, vad hände?  
 Mimmi: Den fastnade på väggen, ska jag skriva om jag vet varför?  
 Läraren: Ja...

För eleverna står det fast att ballongen fastnar på väggen. Men eleverna uppmärksammar ett mellanrum angående om det är något mer som ska skrivas. Mimmi (som har dyslexi, har läst extra om ellära hos specialläraren, visar det sig senare) känner till en naturvetenskaplig förklaring till att ballongen fastnar, dvs. det står fast för henne. Hon uppmärksammar därför ett mellanrum angående om de ska förklara *varför* ballongen fastnar och vänder sig till läraren. Läraren har tydligen inte räknat med att eleverna kan förklara fenomenet på ett naturvetenskapligt sätt ännu, utan vill att de ska beskriva vad som händer till att börja med, men tillåter eleverna att även försöka ge en naturvetenskaplig förklaring till vad som händer om de vill/kan.

### *Kommentar*

Under laborationerna är det många gånger fokus på hur man ska redovisa resultatet och vad som ska redovisas, då det ofta nämns explicit i laborationsinstruktionen. Att eleverna tar egna initiativ, som ovan är sällsynt, men när det sker vill eleverna ha lärarens medgivande. Genom sin tidigare erfarenhet av hur resultatet kan tolkas blir det möjligt för Mimmi att uppmärksamma mellanrummet angående om hon ska skriva en förklaring i resultatet. För den som inte känner till någon förklaring kan inte detta mellanrum uppmärksammas. Det innebär att för att kunna ställa en fråga måste man ha en viss kännedom – för att kunna uppmärksamma ett mellanrum måste vissa saker stå fast. Detta får konsekvenser för dem som förespråkar att man ska ”öva upp” t.ex. en kritisk *förmåga* eller en *förmåga* att observera (vilket

kräver en fokusering, t.ex. i form av att uppmärksamma mellanrum och därmed att något står fast<sup>116</sup>).

### **7.4.2 Elevernas resultatredovisning**

Lemke (1990) beskriver vikten av att elever får använda det naturvetenskapliga språket i både tal och skrift, t.ex. vid experiment. I mitt empiriska material fanns möjlighet till att tala och skriva i anslutning till laborationerna, och vid den eventuella genomgången fanns möjlighet att tala om experimentet, dock i begränsad utsträckning.

Läraren Bertil berättar att ibland får eleverna skriva laborationsrapporter efter laborationen när de blir mer vana vid laborerandet. Men huvudsaken är att eleverna vet varför de gjorde laborationen, säger han.

Mer och mer blir det ju... allteftersom dom får labbvana osv., så blir det ju i form av någon labbrapport... i varje fall efter labben så måste man ju veta varför man gjorde laborationen, liksom vad det fanns för mening med att göra den här... Man frågar någon, varför gjorde vi den här labben... ska dom ju kunna säga att det var ju... därför och därför vi gjorde labben (Bertil, intervju).

I detta avsnitt ges några exempel på hur eleverna redovisade resultaten från laborationerna. De elever (grupp A1 och A2) som hade laborationshandledningen i boken skrev direkt i boken. Ibland fick dock t.ex. grupp A1 uppgifter<sup>117</sup> som inte stod i boken. Dessa resultat skrevs/ritades då i anteckningsboken. I grupp B skrevs och ritades resultaten i anteckningsboken.

Beroende på uppgift kunde elevernas resultatredovisningar<sup>118</sup> se ut enligt nedan:

- A. Redovisning i form av svar på frågor,
- B. Redovisning i form av en tabell,
- C. Redovisning i form av en kort beskrivning av vad som händer i ett försök,
- D. Redovisning i form av ritade kopplingsscheman

---

<sup>116</sup> Wittgenstein (1969/1992) jämför detta med att det måste finnas ett gångjärn, något som står fast.

<sup>117</sup> Ex. Grupp A1, laboration 1 (se tabell 7.2).

<sup>118</sup> Ingen av grupperna skrev s.k. laborationsrapporter till laborationerna i det empiriska materialet.

### **A. Redovisning i form av svar på frågor**

I instruktionerna till en laboration<sup>119</sup> i grupp B var två kopplingscheman ritade med tillhörande frågor:

Koppling 1:

- 1) Är batterierna serie- eller parallellkopplade?
- 2) Hur är lamporna kopplade?
- 3) Vilken lampa lyser starkast när du trycker på strömställaren?

Koppling 2:

- 4) Hur är lamporna kopplade?
- 5) Vilken lampa lyser starkast, när du trycker på strömställaren?
- 6) I vilken koppling, 1 eller 2, lyser lamporna starkast?

I instruktionerna stod också ”Skriv som vanligt svaren i din anteckningsbok”.

Eleverna tycks dock skriva så lite som möjligt. I en anteckningsbok kunde det se ut så här:

- 1) serie
- 2) serie
- 3) lika
- 4) parallell
- 5) lika
- 6) 2

Har man inte frågorna i anslutning till anteckningarna kan dessa noteringar efter en tid vara svårtolkade.

I grupp A1 och A2 fyllde eleverna i svaren på frågorna i laborationsdelen i boken<sup>120</sup> i liknande omfattning.

### **B. Redovisning i form av tabell**

Till laborationen om galvaniska element<sup>121</sup> fick eleverna i grupp A1 och grupp B redovisa uppgiften genom att rita och fylla i en tabell<sup>122</sup>. I grupp A1 gällde det enbart att kombinera metallerna och mäta och skriva spänningen, dvs. vilken metall som utgjorde pluspol respektive minuspol hade ingen betydelse för tabellens konstruktion. Eleverna använde digitala volt-

<sup>119</sup> Grupp B, laboration 3 (se tabell 7.4).

<sup>120</sup> Paulsson, Nilsson, Karpsten, & Axelsson, 1996, TEFY.

<sup>121</sup> Grupp A1, laboration 2 (se tabell 7.2). Grupp B, laboration 2 (se tabell 7.4). Se även utförligare beskrivning av denna laboration i grupp B i kapitel 8.

<sup>122</sup> Se figur 8.2 och 8.3 (grupp B).

metrar som visade ett minustecken om metallernas placering kastats om, vilket läraren talade om att eleverna kunde nonchalera. De digitala voltmetrarna mätte i enheten mV. Eleverna fick välja mellan ett stort antal metaller. Se exempel på metaller och tabellutförande i figur 7.1.

Metallkombination	Spänning
Mässing - Aluminium	... mV
Kol - Koppar	... mV
Mässing - Zink	... mV

Figur 7.1. Exempel på metaller och tabell, grupp A1:

I grupp B skulle eleverna skriva i tabellen vilken metall som utgjorde plus respektive minuspol. Eleverna hade bara fyra olika metaller att välja mellan. Se exempel på metaller och tabellutförande i figur 7.2.

+	-	Spänning (V)
kol	bly	...
koppar	zink	...
kol	zink	...

Figur 7.2. Exempel på metaller och tabell, grupp B:

Instruktionen kan tyckas enkel, men känner man inte till reglerna för hur tabellen ska fyllas i kan det bli inkorrekt gjort enligt skolans naturvetenskapliga språkspel, vilket beskrivs närmare i kapitel 8.

I grupp A1 gjordes också en tabell över vilka metaller som leder ström bäst/sämst.

Tabellerna hade sällan eller aldrig någon ytterligare förklaring.

### **C. Redovisning i form av en kort beskrivning av vad som händer.**

Det var få uppgifter där eleverna behövde redovisa resultatet i form av beskrivningar med meningar. I grupp B beskrev eleverna vad som händer i olika försök med statisk elektricitet<sup>123</sup>. Enligt instruktionen skulle eleverna göra sex olika försök och anteckna resultaten i anteckningsboken. Curt skrev så här i sin anteckningsbok:

<sup>123</sup> Grupp B, laboration 1 (se tabell 7.4).

Försök 1: Den fastnar.

Försök 2: Silkespapperet fastnade på ebonitstaven. [Efter denna mening var en bild ritad förmodligen föreställande en ebonitstav med fyrkantiga silkespappersbitar på].

Försök 3: Linjalen följer pennan.

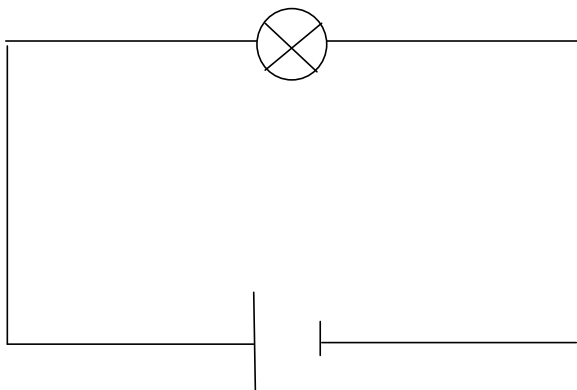
Försök 4: Den övre pennan följer linjalen.

Försök 5: Vattenstrålen böjer sig mot ebonitstaven.

Den sjätte uppgiften nämns inte alls i Curts anteckningar.

#### ***D. Redovisning i form av ritade kopplingsscheman***

I alla tre grupperna ritades kopplingsscheman av olika slag. Exempel på kopplingsschema visas i figur 7.3:



*Figur 7.3. Exempel på kopplingsschema.*

Kopplingsschemana hade sällan eller aldrig någon ytterligare förklaring i anteckningarna om inte läraren särskilt betonat det i instruktionen.

#### ***Kommentar***

Av resultatet ser man att resultatredovisningen ofta är ett kort svar på en fråga eller en beskrivning med hjälp av en tabell, ett kopplingsschema eller några korta meningar om vad som händer i ett försök (ofta i vardagliga termer). Sällan eller aldrig beskriver eleverna med längre meningar vad som händer i försöken på laborationerna. Ännu mera sällan får eleverna instruktioner om att ge (naturvetenskapliga) förklaringar till vad som händer i försöken. Därmed ger eleverna heller inga sådana förklaringar (undantaget Mimmi och Maria i exemplen i 7.4.1 D2).

Instruktionen tycks styra mycket av elevernas fokusering. Som tidigare nämnts följer eleverna instruktionen ytterst noga, vilket innebär att instruktionen är ett viktigt instrument för läraren att kunna styra elevernas uppmärksamhet och fokusinriktning.

## 7.5 Laborationsgenomgång efter laborationen

Efter laborationen förekommer det att läraren går igenom vad som hänt, främst i grupperna A1 och A2, mera sällan i grupp B. Genomgångar av resultatet i det empiriska materialet kunde se ut enligt nedan:

- A. Läraren förklarar laborationsresultatet.
- B. Läraren berättar resultatet själv.
- C. Läraren går igenom resultatet kort.

### *A. Läraren förklarar laborationsresultatet*

Efter första lektionens laboration<sup>124</sup> i grupp A2 ställer läraren Allan frågan:

- Läraren: Hörnini, har alla fått det att lysa?  
 Elever: Jaa...  
 Läraren: Stina också?  
 Stina: Ja.  
 Läraren: Och Petronella?  
 Petronella: (ohörbart)  
 Läraren: Bra.

Ibland kan det vara ren slump att lampan blinkar till eller att den lyser en stund. Att lampan har lyst behöver med andra ord inte innebära att alla förstår hur man ska koppla. Läraren Allan ber därefter eleverna ta fram anteckningsboken och notera det som han ritar på tavlan. Läraren ritar sedan en glödlampa i genomskärning och ett batteri på tavlan och ber eleverna tala om hur han ska rita trådarna så som de ska kopplas för att lampan ska lysa. Genom att läraren ställer ledande frågor till eleverna löser de detta tillsammans.

### *B. Läraren berättar resultatet*

Lektionen efter laborationen med galvaniska element<sup>125</sup> försöker läraren Anders få eleverna att fokusera på vad som hände på laborationen.

---

<sup>124</sup> Grupp A2, laboration 1 (se tabell 7.3).

- Läraren: ... Vilka två plattor tyckte ni gav mest spänning? Var det någon som kommer ihåg det?
- Elev: Jag har ingen aning.
- Läraren: Inte alls? En kombination... Om vi säger två lika plattor, t.ex. zink-zink eller koppar-koppar, kol-kol så här, gav det mycket spänning?
- Elev: Nä...
- Läraren: Nä, det gav inte mycket alls. Man kan alltså inte ha två stycken plattor av samma material. Det funkar inte alls bra. Det blir ingen spänning. Det blir 0 Volt eller väldigt, väldigt lite. Det kan vara lite smutsiga, så det kan ge någon hundradels Volt kanske eller nåt sånt. Men... Är det ingen som kommer ihåg nånting?
- Elev: Kol-mässing...
- Läraren: Kol-mässing fick ni ganska bra på. Haa.
- Elev: Men vi testade inte alla.
- Läraren: OK. Vad testade ni mer än kol-mässing? Kommer ni ihåg?
- Elev: Aluminium.
- Läraren: Kol-aluminium. Och då gav kol och mässing mer?
- Elev: Nej.
- Läraren: Kol-aluminium gav mer?
- Elev: Ja.
- Läraren: Det var lite synd att det kanske blev lite jäktigt förra gången. Men är det någon som kommer ihåg vad ni fick för värde på, nu får jag stå och säga svaret här, kol-zink?
- Elev: Va?
- Läraren: Kol-zink kommer ni ihåg vad ni fick för värde ungefär på det? Nej det är inte säkert alla har testat det ...
- Elev: [ohörbart]
- Läraren: Låter mycket... Ni kommer inte ihåg om kol och zink gav mest då?
- Elev: Jo.
- Läraren: Det är faktiskt så att kol och zink ska ge mest. Men egentligen så vill jag att ni ska komma fram till det själva.

Under laborationen fick eleverna själva välja vilka metallkombinationer de ville testa. De hade flera olika metallbleck att välja mellan. Läraren försöker vid genomgången få eleverna att säga vilken metallkombination som

---

<sup>125</sup> Grupp A1, laboration 2 (se tabell 7.2).

gav mest spänning och förväntar sig att eleverna ska säga kol-zink, men alla elever tycks inte ha testat denna kombination. Han känner sig till slut tvungen att säga det själv. I lärarens avslutande kommentar kan man se hur han tycks bli lite besviken över detta. Han hade önskat att eleverna själva kommit fram till detta resultat. Men med ont om tid och flera metaller att välja mellan så hann eleverna helt enkelt inte testa alla metallkombinationer.

### *C. Läraren går igenom resultatet kort*

Efter laborationen om galvaniska element i grupp B frågade läraren Bertil eleverna vilken metallkombination som gav mest spänning. Någon elev svarade korrekt, vilket tycktes vara tillräckligt. Resultatet kommenterades inte mycket mer. Det förekommer också att man inte går igenom resultatet alls efteråt i grupperna.

### *Kommentar*

Laborationsförsökens resultat förutsätts tydligen många gånger vara så klara och entydiga dvs. objektiva och självmedierande på ett enda kanaliserat sätt, att eleverna själva ska kunna dra slutsatser av dem.

## **7.6 Sammanfattning**

I detta kapitel har jag tittat närmre på laborationsverksamheten inom kunskapsområdet ellära i år 7. Laborationer med olika försök visar sig vara ett vanligt inslag i verksamheten.

Med hjälp av det empiriska materialet skulle verksamheten kunna beskrivas som en progressiv klassrumsverksamhet. Det är ett elevaktivt arbetssätt där eleverna arbetar i grupp och läraren håller sig i bakgrunden för att låta eleverna arbeta induktivt för att på så sätt själva få konstruera sin kunskap. Lärarna talar om teori som något svårt som står för sig själv, dvs. som om det praktiska arbetet inte kräver någon teoretisk utgångspunkt.

Syftet med NO-verksamheten är enligt den intervjuade läraren att eleverna ska lära sig en sorts medborgarkunskap med allmänna grundkunskaper. Läraren nämner några sådana syften med de olika laborationerna, något som inte alltid kommer till uttryck i den konkreta situationen när eleverna ska utföra laborationen. Lärarens syfte med laborationen förblir många

gångar implicit för eleverna. Det som däremot är explicit är laborationsinstruktionerna.

Laborationsinstruktionerna vill den intervjuade läraren å ena sidan ha helst så kortfattade som möjligt. Å andra sidan ska de vara så instruerande som möjligt, så att laborationen blir mer eller mindre självgående. Instruktionerna är ofta både muntliga och skriftliga, men oavsett vilket, är instruktionerna till största delen uppmaningar till eleverna att *göra* ”si” eller *göra* ”så”. Utifrån instruktionerna fokuserar och uppmärksammar eleverna mellanrum om utförandet, om artefakter som de möter, om språket i instruktionen, om vad som händer och eventuellt hur det ska tolkas så att det kan redovisas på ett i språkspelet korrekt sätt.

Om man ser lärarens instruktioner som ett försök att uppmärksamma eleverna på ett problem som ska lösas, dvs. som ett försök att uppmärksamma eleverna på mellanrum, så tycks de uppmärksammade mellanrummen främst handla om hur laborationen ska utföras och hur resultatet ska redovisas. De relationer som etableras blir att laborationen ska göras och att resultatet ska redovisas t.ex. i form av kortsvarsfrågor, kopplingscheman eller tabeller. Det är så eleverna tycks reagera på uppgifterna. Risken finns att man hänger upp sig på utrustningen och vad som ska göras med den, att man fokuserar på att få t.ex. en tabell ifylld istället för att förstå den naturvetenskapliga förklaringen till varför resultatet blev som det blev. Det finns inga explicita syften utöver själva utförandet eller görandet och redovisandet av resultatet. Det gör att eleverna, så snart uppgiften är utförd, frågar sig ”var det något mer vi skulle *göra*?”, ”har vi *gjort* allt?” osv. De frågar sig inte om de förstått, eftersom det inte var något explicit syfte, eller mellanrum, som de uppmärksammats på. Eleverna uppmärksammar med andra ord nästan enbart det som läraren i instruktionen hjälpt dem att uppmärksamma, dvs. det som är det explicita syftet med laborationen – att *göra*. Lärarens implicita syften om vad eleverna ska *lära* får eleverna inte möjlighet att uppmärksamma och därmed inte möjlighet att etablera relationer kring. Instruktionens utformning och innehåll är med andra ord en viktig aspekt med avseende på vilka mellanrum eleverna uppmärksammar och därmed får möjlighet att fylla, dvs. för vad eleverna fokuserar på under laborationen och därmed också för vad de lär. I synnerhet som eleverna följer laborationsinstruktionerna så noga, är den ett viktigt instrument för läraren att kunna rikta elevernas uppmärksamhet och fokusering.

Hur laborationen ska redovisas nämns oftast i instruktionen och handlar antingen om att besvara de frågor som ges i instruktionen, fylla i en tabell, beskriva vad som händer i olika försök eller rita kopplingsscheman. Många gånger skrivs resultatet i anteckningsboken i korta ordalag, vilket gör att anteckningarna blir svårtolkade om man inte har instruktionsfrågorna till hands. Eftersom det inte ges några instruktioner om att förklara eller beskriva i naturvetenskapliga termer vad som händer så fokuserar eleverna inte på det.

Efter laborationen, antingen samma lektion eller lektionen efter, förekommer det flera gånger, men inte alltid, att läraren går igenom laborationsresultatet med eleverna. Genomgångens innehåll kan variera från att bara kontrollera att någon har fått fram ett ”bra” resultat, till att rita och förklara resultatet på tavlan.

## 8 ELEVERS MÖTEN MED ARTEFAKTER I ETT NATURVETENSKAPLIGT SPRÅKSPEL

I föregående kapitel nämndes bl.a. elevers fokusering på artefakter. I detta kapitel beskrivs hur artefakter kan fungera som medierande resurser i elevers möten med experiment. Studien bygger på material från två elevgruppers laborationer med galvaniska element. Kapitlet inleds med en beskrivning av hur laborationen presenterades för eleverna samt en kort presentation av det arbete som de två grupperna gjorde. Därefter beskrivs några situationer där elever kan gå vidare i mötet med olika artefakter utan hjälp samt hur de ibland behöver hjälp av någon mer erfaren för att komma vidare i handlingen. I kapitlet beskrivs också hur de möten med artefakter kan se ut då eleverna etablerar i språkspelet inkorrekta respektive korrekta relationer. Kapitlet avslutas med en kort sammanfattning.

### 8.1 Om observationerna

För att belysa vilken roll artefakter har för elevers lärande under laborationer, dvs. hur artefakter kan fungera som medierande resurser och därmed utgöra en del i lärprocessen, har jag valt att studera två elevgruppers (två respektive tre elever/grupp) möten med artefakter under en artefaktrik laboration – en laboration med galvaniska element på skola B<sup>126</sup>. En liknande laboration genomfördes i de två klasserna på skola A<sup>127</sup>.

Med hjälp av ovannämnda analysmetod, studerar jag vilka mellanrum eleverna uppmärksammar och hur dessa fylls med relationer till tidigare erfarenheter i elevernas möten med dessa artefakter. Det blir därmed möjligt att se hur och i vilka möten transformation av elevers tidigare erfarenheter sker under lektionen. Man kan se i vilken mån eleverna klarar att gå vidare på egen hand och i vilken mån de behöver stöd och hjälp av någon mer erfaren person – elev eller lärare. Samtidigt synliggörs vilka relationer som etable-

---

<sup>126</sup> Se tabell 7.4, laboration 2.

<sup>127</sup> Se tabell 7.2, laboration 2, respektive tabell 7.3, laboration 3.



Läraren ritade också en tabell (jfr. figur 8.2 resp. 8.3 nedan) på tavlan med kolumnrubrikerna "+", "-" och "Spänning (V)". Som exempel skrev läraren de kemiska tecknen för metallerna zink (Zn) och bly (Pb) i kolumnerna för + respektive -. I den tredje kolumnen skrev han ett frågetecken följt av ett "V".

Klassen delades sedan i två halvkor och en annan lärare, Björn, tog hand om den laboration där grupp 1 (första lektionen) och grupp 2 (andra lektionen) arbetade med galvaniska element.

Läraren Björn visade eleverna utrustningen och beskrev ännu en gång hur de skulle utföra laborationen. Eftersom eleverna skulle tillverka sin egen elektrolyt, visade läraren en stor burk med salt (NaCl) och en sked och sa: "Ta en halv sked eller en struken sked (visade med en gest med fingret mot skeden) i bägaren". Läraren höll sedan upp de olika metallerna, en åt gången, och frågade eleverna vilken metall det var. Eleverna gissade, men till slut blev läraren ofta tvungen att berätta vilken metall det var. Efter denna genomgång började eleverna med uppgiften. Läraren (Björn) gjorde en liknande introduktion för den andra klasshalvan under andra lektionen där grupp 2 ingick.

Efter lektionerna sa den ordinarie läraren, Bertil, i ett samtal med observatörerna, att syftet med denna laboration var att eleverna skulle förstå "att man på ett ganska enkelt sätt kan skapa elektricitet genom att man har två olika metaller... och en saltlösning då, eller en lösning som leder...". Det är främst mot bakgrund av detta syfte som analysen av elevernas möten med artefakterna sker.

### **8.1.2 Elevernas arbete**

Eleverna i alla laborationsgrupperna började med att tillreda sin egen saltlösning av natriumklorid och vatten. Sedan kopplade de två metaller åt gången till voltmeteren för att mäta spänningen mellan de två metallerna. Resultatet skrev de i tabellen (jfr. figur 8.2 resp. 8.3) i sin anteckningsbok.

#### ***Aktiviteter och artefakthantering i grupp 1***

De två pojkarna i grupp 1 började med att blanda en saltlösning. Då det var ganska lite salt kvar i botten av den stora saltburken utbröt en diskussion om hur man skulle få upp saltet ur burken och på skeden. Man diskuterade också hur mycket salt man skulle använda. Läraren (Björn) som var i närhe-

ten försökte hjälpa dem genom att svara på deras frågor. När saltlösningen var färdig satte de två metallbleck med krokodilklämmor i den och försökte sedan koppla metallerna med sladdar till en voltmeter, men de var osäkra hur de skulle koppla. De använde sig då av en slags ”trial-and-error-metod” och plötsligt gav voltmeteren utslag.

På voltmeteren fanns tre uttag, var och en benämnda ”+”, ”3 V” respektive ”30 V”. De två pojkarna diskuterade vilket av uttagen som motsvarade ”minus” och fick hjälp av läraren. De diskuterade också vid ett flertal tillfällen vilka metaller de använde. Ibland frågade de läraren om vilka metallerna var och ibland visste någon av dem vilken metall de hade och visade då den andre hur man kan känna igen den aktuella metallen. När de fyllde i tabellen kontrollerade de noga vilken metall som var kopplad till plusuttaget och vilken som var kopplad till ”3 V”-uttaget (= minusuttaget) och att metallerna skrevs i, enligt instruktionen, korrekt kolumn i tabellen (se figur 8.2).

### ***Aktiviteter och artefakthantering i grupp 2***

De tre flickorna i grupp 2 började med att diskutera i vilken ordning man skulle blanda salt och vatten. En av flickorna insisterade att man skulle ta salt i bägaren först, medan en annan flicka sa att man skulle ta vatten först. När sedan en av dem jämförde med att ”allt kommer att blandas i magen”, tog de vatten först eftersom det var närmast till hands. När saltlösningen var klar satte de ner två metallbleck i den och fäste en sladd i vardera metallen med krokodilklämmor. Den ena sladden satte de i plusuttaget på voltmeteren, men de blev osäkra angående om de skulle sätta den andra sladden i ”3 V-” eller ”30 V-” uttaget. Till slut vände de sig om och tittade hur gruppen bakom dem hade kopplat och härmade därmed hur dessa hade kopplat in voltmeteren. Flera gånger diskuterade de vilka metaller de hade och ibland frågade de läraren eller observatören<sup>128</sup>. En av flickorna var osäker på hur man avläser voltmeteren. Gruppkompisarna, och ibland även läraren eller observatören, försökte hjälpa henne att avläsa voltmeteren.

I denna grupp (2) bekymrade man sig inte om vilken metall som var kopplad till plus- respektive minusuttagen (3 V) på voltmeteren, vilket fick konsekvenser när de fyllde i tabellen. När de skrev i tabellen var de istället väl-

---

<sup>128</sup> Eleverna uppfattade förmodligen denna observatör som lärare och ”använde” henne därefter, då hon delvis arbetade som vikarierande NO-lärare på skola B under den aktuella terminen.

digt noga med att alla metallkombinationer testades. De började därför med att skriva alla kombinationer med kol, dvs. kol hamnade därmed i den första ("+"") kolumnen i tabellen i alla dessa kombinationer, följt av alla kombinationer med bly, zink respektive koppar oavsett hur de var kopplade till voltmetern (se figur 8.3)

## 8.2 Analys av elevernas möten med artefakter

För att göra det möjligt att belysa vilken roll artefakter har för elevers lärande, dvs. hur artefakter kan fungera som medierande resurser och därmed utgöra en del i lärprocessen, försöker jag i detta kapitel att beskriva vad som kännetecknar de aktuella elevernas möten med artefakter. Det visar sig att eleverna ibland kan hantera artefakterna och gå vidare i handlingen utan problem. Ibland stöter eleverna dock på problem i mötet med artefakterna och kan då behöva stöd och hjälp av någon annan. I det första avsnittet beskriver jag dessa möten. I det andra avsnittet analyserar jag vad som kännetecknar de möten med artefakter som leder till att i språkspelet korrekta relationer etableras respektive hindras.

### 8.2.1 Möten med artefakter då eleverna kan gå vidare själva respektive behöver stöd och hjälp

Det visar sig att artefakterna ibland tycks mediera på ett enda, s.k. *kanaliserat*, sätt (korrekt eller inkorrekt), dvs. eleverna tycks se interaktionserbjudanden som leder till endast ett handlingsalternativ. Det kan göra att eleverna kan gå vidare i handlingen utan någon hjälp, åtminstone för tillfället. Men många gånger är artefakternas interaktionserbjudanden flera. Det gör att flera handlingsalternativ tycks finnas, en eller fler frihetsgrader finns. Medieringen blir därmed okanaliserad, vilket kan leda till att mellanrum uppmärksammas som gör att eleverna kan behöva stöd eller hjälp av någon annan. I detta avsnitt beskrivs elevers möten med artefakter enligt följande:

A. Eleverna går vidare i arbetet utan hjälp:

A1. Eleverna går vidare utan att uppmärksamma några explicita mellanrum.

A2. Eleverna uppmärksammar mellanrum, men går vidare själva med hjälp av bl.a. artefakterna.

B. Eleverna går inte vidare i arbetet utan hjälp:

B1. Eleverna går vidare i arbetet genom samarbete.

B2. Eleverna går vidare i arbetet med hjälp av mer erfarna elever.

B3. Eleverna går vidare i arbetet med hjälp av läraren.

### ***A. Eleverna går vidare i arbetet utan hjälp***

I de två första av nedanstående exempel fortgår elevernas handlingar tack vare att lärarens tidigare instruktioner under lektionen och/eller elevernas tidigare erfarenheter av artefakterna står fast, dvs. några explicita mellanrum uppmärksammas inte (A1).

I det tredje exemplet uppmärksammas mellanrum, men eleven klarar att själv tolka artefakternas interaktionserbjudanden (A2) med hjälp av tidigare erfarenheter av artefakterna. På så sätt kan relevanta relationer etableras i detta möte.

### **A1. Eleverna går vidare utan att uppmärksamma några explicita mellanrum**

I följande möten är artefakterna, handlingarna med artefakterna och/eller delar av språkspelet där artefakterna ingår, relativt kända för eleverna. De har tidigare erfarenheter av liknande möten (inklusive lärarens tidigare instruktioner) som nu aktualiseras. Artefakternas interaktionserbjudanden kan därför tolkas på ett kanaliserat sätt utan att explicita mellanrum uppmärksammas. Man känner med andra ord till artefakterna och vad som ska göras med dem i dessa specifika möten inom språkspelet. Ord och handlingar står därmed fast i elevernas möte med artefakterna, dvs. eleverna kan gå vidare i sina förhållanden utan att stanna upp i handlingen.

#### **Exempel 1: Lärarens instruktioner står fast**

Eleverna i grupp 1 plockar fram utrustningen som läraren gett instruktioner om.

Axel: Ska ha bägare då... (Båda eleverna går iväg)

(Axel och John kommer tillbaka till bänken med bägaren.)

Axel: Okej, nu måste vi hämta saltet.

John: Jag fyller på den här (häller vatten i bägaren).

(Axel går iväg, kommer tillbaka med ett papper som han lägger på bänken.)

Axel: Saltlösning, i bägaren.

(Båda går iväg och kommer tillbaka med burken med natriumklorid och en stor sked.)

I ovanstående excerpt kan man se hur lärarens tidigare instruktioner om vilken utrustning/vilka artefakter som ska användas samt vad som ska göras med dem, står fast i såväl elevernas samtal som handling. Eleverna vet t.ex. vad bägare, salt och saltlösning innebär samt att vatten och salt ska vara i bägaren som en saltlösning. Artefakterna och handlingarna med dem är kända, några explicita mellanrum uppmärksammas inte och handlingarna kan därmed gå vidare.

**Exempel 2: Tidigare erfarenheter står fast**

Eleverna i grupp 2 har stoppat två metaller i saltlösningen och kopplat dem till voltmeter. Maria läser av voltmeter.

Maria: Ja, du det blev mycket, det blev... noll komma sju, typ.

Mimmi: Noll komma sju

Maria: Ja

(Mimmi fyller i tabellen.)

Att man ska avläsa voltmeter och hur det går till står fast i samtalet när Maria avläser voltmeter. Även den värdering Maria gör, ”Ja, du det blev mycket”, står fast och visar att hon har ett förhållningssätt till avläsningen, som tyder på att hon har tillräckliga erfarenheter från skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära för att kunna värdera storleken på utslaget. Mimmi litar på hennes avläsning och fyller i sin tabell, en handling som också står fast. Inga mellanrum uppmärksammas. Man är överens och handlingen kan därmed gå vidare.

***Kommentar***

De två ovanstående excerpten visar möten med artefakter i skolans språkspel om elektricitet där eleverna kan gå vidare utan problem. Artefakterna och handlingarna med dem är kända från lärarens instruktioner eller sedan tidigare erfarenheter. Man skulle kunna säga att detta innebär att artefakterna medierar på ett kanaliserat sätt, dvs. det finns till synes endast ett möjligt sätt att handla. Några explicita mellanrum uppmärksammas inte av eleverna och därmed behöver man inte välja mellan olika relationer dvs. inga frihetsgrader finns. Handlingarna kan därför fortsätta utan avbrott.

## **A2. Eleverna uppmärksammar mellanrum, men går vidare själva med hjälp av bl.a. artefakterna**

I nedanstående möten med artefakter uppmärksammas mellanrum mer eller mindre explicit. Mellanrummen fylls dock genast av eleven själv bl.a. med hjälp av artefakter.

### **Exempel 1: Relationer saknas tillfälligt, men fylls i mötet med artefakterna**

I slutet av lektionen är Mimmi i grupp 2 osäker på om man undersökt alla metallkombinationer som man ska enligt lärarens instruktioner.

Mimmi: (går igenom vilka metallkombinationer de har testat genom att lägga metall för metall i en hög, samtidigt som hon tittar i tabellen.) Nej, det har vi inte alls, vi har inte tagit... jo, det har vi gjort... vi har tagit bly också... och kol... då är det koppar kvar då... har vi tagit koppar och kol... ja, men då är vi klara då ju. Vi är klara (vänd till läraren).

Vid osäkerhet angående vilka metaller (artefakter) man testat i ovanstående möten tycks artefakterna tillfälligt mediera på fler än ett sätt (dvs. okanaliserat), vilket gör att mellanrum uppmärksammas (t.ex. ”Nej, det har vi inte alls, vi har inte tagit...”, ”har vi tagit koppar och kol”). Två eller flera relationer blir då möjliga att välja mellan. Man skulle kunna säga att en eller flera frihetsgrader finns. Men med hjälp av artefakterna, som vid närmare granskning medierar kanaliserat, kan Mimmi själv i dessa fall etablera de relationer som behövs (t.ex. ”jo, det har vi gjort... vi har tagit bly också...”, ”ja, men då är vi klara då ju”). Mimmi känner med andra ord till tillräckligt om artefakterna i fråga och handlingarna med dem (såväl de olika metallerna som tabellen) för att kunna gå vidare utan hjälp. Artefakterna medierar med andra ord kanaliserat till slut. Under lektionen har hennes tidigare erfarenheter av dessa artefakter transformerats, vilket gör att hon talar om och hanterar artefakterna mer i enlighet med skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära i slutet av lektionen.

### ***Kommentar***

I de möten med artefakter som beskrivits i A1 och A2 ovan har eleverna kunnat gå vidare i arbetet på egen hand utan att fråga eller be någon om hjälp. Dessa möten kännetecknas av att eleverna är relativt väl förtrogna med artefakterna och hur de ska hanteras i den specifika situationen. Det kan troligen förklaras av att artefakterna och handlingarna med dem är kän-

da från tidigare erfarenheter med dessa, antingen från lärarens instruktioner eller egna handlingar med dessa eller liknande artefakter.

### ***B. Eleverna går inte vidare i arbetet utan hjälp***

I de möten med artefakter som beskrivs i B1-B3 nedan, visar sig artefakterna ge upphov till flera interaktionserbudanden, vilket kan leda till att mellanrum uppmärksammas. Många gånger behövs stöd och hjälp av någon annan för att man ska kunna gå vidare i handlingen. Detta stöd kan fås genom samarbete (B1), stöd från mer erfarna elever (B2) eller stöd från läraren (B3).

#### **B1. Eleverna går vidare i arbetet genom samarbete**

I nedanstående möten med artefakter står det mesta fast. Men några relationer angående artefakterna, vilka de är och samband mellan dem, och hur artefakterna ska hanteras för att få relevant feedback, saknas tydligen i mötena då mellanrum uppmärksammas av eleverna och verksamheten tillfälligt avstannar. Eleverna fyller gemensamt mellanrummen i gruppen genom att observera artefakterna och resonera om dem respektive att prova sig fram utifrån tidigare erfarenheter, dvs. förslag på relationer finns (implicit eller explicit), bl.a. från tidigare erfarenheter (inklusive lärarens tidigare instruktioner). Man skulle kunna säga att tydligen medierar artefakterna okanaliserat till en början, men bara på några få sätt, vilket gör att det finns få relationer att välja mellan, dvs. få frihetsgrader finns. Eleverna försöker dock gemensamt tolka de interaktionserbudanden som uppmärksammas i mötena med artefakterna. Det leder så småningom till att nya relationer kan etableras.

#### **Exempel 1: Relationer saknas tillfälligt angående bl.a. vilka artefakterna är och sambandet mellan dem**

John och Axel har just kopplat in två metallbleck till voltmetern och ska fylla i tabellen.

- John: Vilka är det? Plus bly och zink ...  
 Axel: Bly och koppar ...  
 John: Är det ko...? Nej... koppar och bly? (tittar på blecken) Koppar, bly är det.  
 Axel: Det... ja, det är det. Får jag låna suddigum?

När John ska fylla i tabellen uppmärksammar han ett mellanrum angående vilka metaller som är kopplade till voltmeteren, men fyller själv mellanrummet med en (inkorrekt) relation: bly (+) och zink (-). Axel uppmärksammar att Johns etablerade relation är inkorrekt och etablerar en annan relation: bly (+) och koppar (-). John blir då uppmärksammad på ett nytt mellanrum angående artefakterna: ”Är det ko...?”, och tydligt implicit i vilken ordning de ska skrivas i tabellen, men etablerar sedan själv relationen: koppar (+) och bly (-), genom att titta på hur metallerna (artefakterna) är kopplade. Axel visar att man är överens. De etablerade relationerna står fast i deras samtal. Vid närmare observation känner man igen artefakterna och ser hur de är kopplade i förhållande till varandra, dvs. eleverna ser en kontinuitet, vilket gör att tabellen kan fyllas i på ett relevant sätt. Man kan med andra ord säga att artefakterna medierar först relativt okanaliserat, men senare kanaliserat enligt elevernas tidigare erfarenheter angående vilka metaller är och hur de är kopplade till voltmeteren. Det är tydligt i elevsamarbete och med hjälp av tidigare erfarenheter av artefakterna som artefakternas interaktionserbjudanden kan uppmärksammas och tolkas, och relationer etableras i detta möte.

**Exempel 2: Relationer saknas tillfälligt angående hur man ska hantera artefakterna för att få relevant feedback**

Axel och John ska avläsa voltmeteren för att sedan fylla i tabellen. Axel tittar på voltmeteren, skakar på huvudet och säger (ohörbart) förmodligen någont om att det inte blir något utslag.

John: (säger något ohörbart)

Axel: Tvärtom då...(kopplar tvärtom) nej.

(John tar tag i elektroderna och håller isär dem.)

Axel: Okej, då (böjer sig och läser av igen). Ja, men vänta, håll still nu... noll komma ett var den på.

Voltmeteren ger inte utslag som förväntat (artefakten ger ingen feedback), vilket förmodligen leder till att ett implicit mellanrum initieras i handlingen med artefakten (jfr. problem initieras i IDRF). Eleverna diskuterar (jfr. *diskussion* i IDRF) och försöker då etablera relationer genom att tillsammans prova att koppla ”tvärtom” respektive att hålla isär metallerna, allt enligt vad läraren tidigare visat gruppen (jfr. respons i IDRF). Voltmeteren ger då ett litet utslag (jfr. feedback i IDRF) och en relation kan etableras i interaktionen med artefakten.

### ***Kommentar***

I ovanstående möten med artefakter är båda gruppmedlemmarna till en början mer eller mindre osäkra på vilka relationer som kan etableras, dvs. artefakterna medierar okanaliserat. Det tycks finnas flera handlingsalternativ att välja mellan, dvs. en eller flera frihetsgrader finns. Med hjälp av tidigare erfarenheter av de medierande artefakterna, inklusive lärarens tidigare instruktioner om hur artefakterna kan hanteras, kan eleverna tillsammans tolka artefakternas interaktionserbjudanden på ett mer relevant sätt. Eleverna hanterar artefakterna mer i enlighet med skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära, dvs. de visar i såväl tal som handling att en transformering skett av deras tidigare erfarenheter av sambanden mellan artefakterna. I möten med artefakter och samarbetande elever kan med andra ord tidigare erfarenheter aktualiseras och därmed få möjlighet att transformeras (nya relationer kan etableras).

### **B2. Elever går vidare i arbetet med hjälp av mer erfarna elever**

I nedanstående möten är artefakterna och hanteringen av dem mer kända av de i situationen i fråga till synes mer erfarna eleverna. I möten med kända artefakter (dvs. där de inbyggda teorierna [sätt att hantera, respektive funktion] kring artefakterna är mer eller mindre kända) kanaliseras medieringen bl.a. med hjälp av tidigare erfarenheter av artefakterna. Det innebär att de interaktionserbjudanden som blir möjliga att uppmärksamma och tolka (relevant eller irrelevant i mötet i fråga) styrs bl.a. av tidigare erfarenheter av liknande möten.

När någon eller några elever i gruppen inte känner till artefakten eller dess inbyggda teori, dvs. när artefaktens interaktionserbjudanden är svårtolkade och medierar på ett okanaliserat sätt för dem, kan mellanrum uppmärksammas. Det innebär att det kan finnas flera frihetsgrader att välja mellan. Flera relationer tycks därmed kunna vara möjliga att etablera. Elever, för vilka artefakten medierar på ett mer kanaliserat sätt, kan då hjälpa till att tolka artefakternas interaktionserbjudanden genom resonemang och/eller andra handlingar med artefakterna, och därmed hjälpa till att etablera (mer eller mindre) relevanta relationer. Det kan vara i möten där någon elev är osäker på t.ex. hur artefakterna bör hanteras, hur man urskiljer artefaktens feedback eller hur man särskiljer olika artefakter.

**Exempel 1: Relevanta relationer saknas angående hur artefakterna bör hanteras**

Mimmi och Maria har ställt två metallbleck i saltlösningen och kopplat den ena metallen till plusuttaget på voltmetern utan diskussion. När de ska koppla in det andra metallblecket till voltmetern uppstår följande resone-mang:

Mimmi: Det står tre volt och trettio volt [på två av voltmeterns tre ut-tag], vilket ska vi sätta i? (vänder sig mot bänken framför och tittar hur de eleverna har kopplat)

Maria: Jag vet inte.

Mimmi: Tre volt.

Mimmi etablerar en relation till vad artefakten voltmetern medierar ”det står tre volt och trettio volt”. Artefakten voltmetern medierar på minst två olika sätt, vilket leder till att Mimmi explicit uppmärksammar mellanrum-met om ”vilket ska vi sätta i?”. Maria uppmärksammar också mellanrum-met när hon etablerar relationen att hon inte vet. Genom att härma/imitera hur en annan grupp har kopplat etablerar Mimmi en relation till ”Tre volt”. Den andra elevgruppens koppling tycks mediera på ett kanaliserat sätt för Mimmi, och hon (och de övriga i gruppen) tycks lita på det, vilket gör att det står fast och de kan därmed gå vidare i handlingen. En gradvis trans-formering sker av elevernas tidigare ”oerfarenhet” genom härmning, vilket också kan vara ett sätt att ta till sig hur det naturvetenskapliga språkspelet fungerar. Genom att observera hur andra elever hanterar artefakterna kan i sammanhanget relevanta relationer etableras.

**Exempel 2: Relevanta relationer saknas angående hur man urskiljer artefaktens feedback**

Carolin, Maria och Mimmi står och tittar på voltmetern som ska avläsas.

Caroline: Noll komma ett

Mimmi: Noll komma ett ... ett då... noll komma ett ... ett...

Maria: Nej, noll komma ett

Caroline: Noll komma ett

Mimmi: Noll komma ett (fyller i tabellen)

Caroline etablerar en relation genom att avläsa voltmetern till 0.1. För Mimmi är voltmeterns interaktionserbjudanden svårtolkade. Hon är osäker när hon försöker etablera en relation, ” Noll komma ett ... ett då... noll

komma ett ... ett...". Det visar dock att viss kontinuitet finns med tidigare erfarenheter och att hon kan urskilja och tolka några interaktionserbudanden, men hon vet inte vilken tolkning som är relevant i denna situation. Voltmetern medierar tydligen på ett okanaliserat sätt för Mimmi, dvs. det finns minst två sätt att avläsa voltmetern på. Maria och Caroline försöker hjälpa Mimmi genom att etablera relationen "noll komma ett". Mimmi visar då att relationen står fast genom att upprepa relationen och fylla i tabellen. Gruppkompisarnas entydiga sätt att tolka voltmeterns interaktionserbudanden om hur skalan bör avläsas, dvs. voltmeterskalans entydiga sätt att mediera för övriga elever i detta sammanhang, gör att Mimmi litar på det. Handlingen står därmed fast. Skalor av olika slag hör till det naturvetenskapliga språkspelet. Med hjälp av gruppkompisarna blir artefaktens mediering mer kanaliserad, vilket hjälper Mimmi att avläsa voltmeterns skala och på så sätt ta till sig hur det naturvetenskapliga språkspelet fungerar i detta möte. Av samtalet kan man dock inte utläsa huruvida någon relation etableras till den uppkopplade elektriska kretsen och innebörden av det uppmätta värdet.

**Exempel 3: Relevanta relationer saknas angående hur man särskiljer olika artefakter**

Axel och John har kopplat två metaller till voltmetern. John ska skriva in resultatet i sin tabell.

John:           Då är bly plus då.  
 Axel:           Nej (lyfter upp ett av blecken ur bägaren).  
 John:           Jo  
 Axel:           Nej, vad är det här för någonting? (håller upp samma bleck)  
 (John tar båda blecken och viktar dem mot varandra.)  
 Axel:           Det här... vad är det här? (pekar på ett av metallblecken)  
 John:           Det är bly  
 Axel:           Ja, det är bly plus.  
 (Axel skriver i tabellen.)

Artefakterna tycks mediera på ett kanaliserat sätt för John när han etablerar relationen "då är bly plus då". För Axel medierar artefakterna på ett mer okanaliserat sätt, dvs. interaktionserbudandena tycks vara svårtolkade, vilket visar sig i att han inte accepterar Johns relation och dessutom uppmärksammar ett mellanrum angående vad det bleck han lyfter ur bägaren är. John etablerar i handling en relation till att det är skillnad i tyngd på de oli-

ka metallerna, genom att hålla dem i varsin hand och jämföra tyngden på de två metallblecken. På så sätt hjälper han Axel att fokusera på interaktionserbudandet om tyngd. Axel uppmärksammar ytterligare ett mellanrum ”vad är det här?”, som John försöker fylla genom att etablera en relation till att ”det är bly”. Artefakterna medierar då, med hjälp av Johns förklaringar, på ett mer kanaliserat sätt för Axel, som etablerar en relation till att bly är kopplat till plus. Handlingen står därmed fast och eleverna kan gå vidare.

Ett liknande möte med metallen bly sker i grupp 2. Men här uppmärksammas andra interaktionserbudanden hos metallen bly.

Mimmi och Maria har testat en metallkombination och ska nu testa en annan.

Mimmi: (Tar upp metallblecken ur bägaren) Vad ska vi ta nu? Det här är bly.

Maria: Nej

Mimmi: Det här är bly.

Maria: Är det det?

Mimmi: Ja, det är det (böjer metallblecket för att visa att det är mjukt)... (Eleverna avbryts av en annan elev och annat samtalsämne).

Maria: Okej

Mimmi uppmärksammar ett mellanrum angående vilka metaller man ska fortsätta med samtidigt som metallblecket (artefakten) hon har i handen medierar på ett kanaliserat sätt för henne, vilket gör att hon etablerar relationen att den metallen är bly. För Maria är artefaktens interaktionserbudanden svårtolkade, vilket visar sig i samtalet, där hon explicit uppmärksammar ett mellanrum. Mimmi försöker hjälpa Maria att fylla mellanrummet genom att vidhålla sin relation och etablerar ytterligare en relation, men nu genom att i handling urskilja artefaktens relevanta interaktionserbudanden i detta möte, dvs. hon visar att metallblecket är mjukt och böjbart. Det tycks då stå fast att det är bly, och handlingen kan fortsätta.

Intressant i de två ovanstående excerpten är också att artefakten blyblecket tydligt medierar olika i de båda grupperna, eftersom eleverna fokuserar på olika interaktionserbudanden hos metallen bly. Det leder till att olika, men i språkspelet korrekta, relationer etableras i grupperna och att lärandeinne-

hållet angående artefakten bly (dvs. att bly är tungt respektive mjukt och böjbart) blir olika i de båda grupperna.

Vilka interaktionserbjudanden som fokuseras och vad artefakterna därmed medierar är situationsbundet och bl.a. beroende på deltagarnas tidigare erfarenheter. Lärandet kan därmed inte förutbestämmas.

### ***Kommentar***

I ovanstående exempel kan man se hur det med hjälp av kompisarnas tidigare erfarenheter av artefakterna blir möjligt för mindre erfarna elever att urskilja och tolka artefakternas relevanta interaktionserbjudanden i de specifika mötena och på så sätt att etablera nya relationer och göra handlingen kontinuerlig med tidigare erfarenheter, dvs. sätta den i ett sammanhang. Elever som är oerfarna i språkspelet får på så sätt, med hjälp av i situationen mer erfarna kompisar, möjlighet att transformera tidigare erfarenheter till nya och får därmed också möjlighet att erfara hur det naturvetenskapliga språkspelet fungerar, dvs. ett meningsskapande sker. Det är dock värt att notera att eleverna fokuserar på detaljer, dvs. helheten om att voltmetern ger ett värde på spänningsskillnad i den elektriska kretsen tycks inte medieras. Eleverna känner ju ännu inte till språkspelets förklaringsätt om vad det värde de avläser innebär. Läraren sa ju uttryckligen att "... Vad spänning är kommer vi till på onsdag". Eleverna får därmed bara möjlighet att fokusera på detaljer, dvs. en form av ytlig inriktning (jfr. Marton et al., 1999).

### **B3. Eleverna går vidare i arbetet med hjälp av läraren**

I möten där artefakter, handlingar med artefakterna eller språkspelet i sig är mer eller mindre okända för alla eleverna i gruppen, dvs. när tidigare erfarenheter är otillräckliga, kan artefakternas interaktionserbjudanden vara otydliga och därmed svårtolkade för gruppen. Det kan leda till att mellanrum uppmärksammas. Då eleverna inte tycks ha några egna relevanta förslag på relationer eller då det finns många (ibland irrelevanta) relationer att välja på, dvs. när medieringen är okanaliserad med flera frihetsgrader i olika riktningar, kan eleverna behöva ta hjälp av lärarens kunskande (se även kapitel 10) för att kunna gå vidare med sina handlingar med artefakterna. Lärandeprocessen kan då sägas handla om att ta till sig hur man talar och handlar inom skolans naturvetenskapliga språkspel.

En i språkspelet mer erfaren person kan hjälpa eleverna att fokusera och tolka artefakternas interaktionserbjudanden och på så sätt hjälpa till att etablera relevanta relationer i möten med nya eller obekanta artefakter när ele-

verna exempelvis inte känner till: artefakters benämning, artefaktdelar och deras funktion, eller hur man urskiljer artefakternas feedback (i det här fallet voltmeterens utslag). I mötet med läraren kan artefakterna få en ny mening för eleverna, dvs. artefakterna medierar på ett nytt ofta mer relevant och kanaliserat sätt i möten där en mer erfaren person som läraren också ingår.

**Exempel 1: Relationer saknas angående hur artefakten benämns (okänd konvention)**

Mimmi håller upp ett metallbleck och frågar observatören<sup>129</sup>:

Mimmi: Vad är det här för någonting då?

Observatör: Ser ut som zink.

Mimmi: Zink (går tillbaka till bänken och skriver i tabellen)

Artefakten metallblecket, som Mimmi håller i handen, ger upphov till svårtolkade interaktionserbudanden, dvs. relevanta relationer saknas till tidigare erfarenheter av metallen. Kontinuitet kan därmed inte skapas, vilket gör att Mimmi uppmärksammar ett mellanrum med förmodligen flera frihetsgrader angående vad det är för någon metall. Hon frågar observatören, som försöker hjälpa henne att fylla mellanrummet genom att hjälpa henne att etablera en relation till benämningen zink, vilket tycks stå fast för Mimmi för stunden. Med observatörens hjälp får artefakten en ny relevant mening, dvs. artefakten medierar kanaliserat i denna situation, vilket gör att arbetet med att fylla i tabellen kan fortsätta på ett relevant sätt. För att kunna skilja de olika metallerna åt måste man fokusera på vissa egenskaper eller interaktionserbudanden, men för en novis kan det vara svårt att veta vad som är relevant att fokusera. I detta fall fokuseras inte explicit på några detaljer hos metallblecket utan enbart på dess benämning. Metallernas benämningar är dock konventioner inom det naturvetenskapliga språkbruket, som man måste känna till för att kunna tala och skriva om dem. För att kunna gå vidare i denna situation måste därför någon som känner till språkspelet hjälpa till att etablera relationer mellan metallblecket och dess benämning så att kontinuitet skapas.

---

<sup>129</sup> Observatören som brukar vikariera som NO-lärare på skolan, anses förmodligen av eleverna vara lika erfaren i språkspelet som de ordinarie lärarna.

**Exempel 2: Relationer saknas angående artefaktdelar och deras funktion (artefaktens inbyggda teori (funktion/användningssätt) är okänd)**

Axel ska fylla i sin tabell och frågar John:

Axel: Vilken är plus? Kol... eller...?

(Axel och John pratar tyst om kopplingen och ropar sedan på läraren [=Björn]).

John: Björn, är det minus? Är... är... eller tre volt... är det minus?

Lärare: Mm... det är minus.

Termerna ”plus”, ”kol” och ”minus” från det naturvetenskapliga språkbruket har anammats av eleverna och står fast i samtalet ovan. Det står också fast att något av metallblecken är kopplat till plusuttaget på voltmeter. Men artefakterna metallblecken, voltmeter och tabellen medierar också på ett okanaliserat sätt i detta möte, dvs. flera frihetsgrader finns. Detta visas när Axel uppmärksammar ett mellanrum angående vilket bleck som är kopplat till plusuttaget på voltmeter, samtidigt som han försöker fylla mellanrummet genom att etablera en s.k. antingen-eller-relation mellan ”plus” och kol”, när han säger: ”Vilken är plus? Kol ... eller...?”. Artefaktens okanaliserade mediering initierar ett problem som leder till en diskussion eleverna emellan (jfr. IDRF-strukturen), vilket i sin tur leder till att artefakten voltmeter med dess olika uttag fokuseras. Eleverna uppmärksammar ett nytt mellanrum där relationer till termen ”minus” saknas. John försöker etablera en relation mellan den kända termen ”minus” och den okända funktionen hos 3V-uttaget på voltmeter, när han frågar läraren: ”tre volt... är det minus?”. Det är med andra ord känt i ovanstående excerpt att voltmeters plusuttag ska användas och att termen ”minus” förekommer i språkspelet, men det står inte helt fast om 3V-uttaget ska användas och om det i så fall motsvarar ”minus”. Läraren bekräftar Johns uttalande att 3V-uttaget motsvarar minus, vilket fastställer relationen. Genom att läraren konfirmerar elevernas idé om att 3V-uttaget motsvarar minus, medierar artefakten på ett nytt, kanaliserat sätt och elevernas handlingar kan fortsätta på en ny, stabilare grund. Voltmeters delar och deras funktion och användning framgår inte klart av dess utseende utan denna ”teori” är inbyggd i artefakten. Voltmeter kan bara mediera på ett relevant och kanaliserat sätt om man känner till denna bakomliggande ”teori”(eller sätt att använda artefakten). Med hjälp av läraren kan interaktionserbjudandena hos artefakten voltmeter och dess delar tolkas på ett mer naturvetenskapligt relevant sätt. Genom att relationer etableras får artefakten voltmeter ny mening, dvs. tidigare erfarenheter transformeras i detta möte med artefakterna med hjälp av läraren.

**Exempel 3: Relationer saknas angående hur man urskiljer artefaktens feedback (artefaktens inbyggda teori angående det är okänd)**

Axel och John har uppmärksammat att vissa metallkombinationer inte ger något utslag alls på voltmetern. John påpekar för läraren att:

John: Zink... alltså vissa går ju inte, koppar - zink... eller zink - koppar... går ju inte.

(... De talar om annat...)

Lärare: Får ni något utslag här, får ni, va? (pekar på den koppling eleverna gjort)

Axel: Ja, det få vi.

Lärare: Ja, hur mycket får ni då?

Axel: Noll komma ett.

Lärare: Noll komma ett volt... om... då kan vi titta på det här då ska vi se... den var plus, va, den röda?

Axel: Ja

Lärare: Mm (Läraren kopplar om metallblecken).

Axel: Då händer ingenting... vi har redan kollat det.

Lärare: Om ni tittar noga på nålen så händer det faktiskt nånting... titta nu tar vi bort den... (kopplar in sladden igen) den går bakåt igen.

(Axel nickar)

Lärare: Det är bara för att man vänder...

John: Minus blir det!

Lärare: ... det är bara för att man vänder på plus och minus.

John etablerar relationen att vissa metallkombinationer ger utslag och att motsatt kombination inte ger något utslag. Relationen kan här också ses som ett implicit mellanrum som uppmärksammas om varför det förhåller sig så. Relationen visar att eleverna känner till de olika artefakterna till namnet, men inte hur de förhåller sig till varandra. I flera turer försöker läraren ta reda på vad som står fast i elevernas möte med artefakterna, samt rikta uppmärksamheten på kopplingen. Axels (i språkspelet inkorrekt) relation ” Då händer ingenting... vi har redan kollat det ”, vilken också kan ses som ett implicit mellanrum i samtalet angående lärarens handling (omkoppling av metallerna), visar att eleverna inte uppmärksammat artefaktens feedback/interaktionserbjudande. Artefaktens design försvårar i detta fall elevernas tolkning av artefaktens interaktionserbjudande eller feedback. Läraren försöker då hjälpa eleverna att urskilja och tolka vad som är relevant att fokusera och observera i mötet med artefakten och dess feed-

back/interaktionserbjudande (dvs. nålens svaga rörelse bakåt). Därmed försöker läraren att hjälpa eleverna att fylla de tidigare nämnda mellanrummen genom att etablera en relation i såväl handling som tal, vilket står fast för Axel som nickar. Läraren försöker sedan hjälpa till att etablera relationen i ord, ” Det är bara för att man vänder... ” vilket står fast när John etablerar relationen, ”minus blir det”. Läraren fullföljer sedan meningen, ” ... det är bara för att man vänder på plus och minus” och försöker därmed att hjälpa till att etablera en relation till de kända termerna ”plus” och ”minus”. Med hjälp av läraren kan eleverna tolka artefaktens interaktionserbjudande på ett nytt, mer kanaliserat sätt, dvs. att ett ”noll-utslag” kan vara ett ”negativt utslag”. Det möjliggör en transformation av tidigare erfarenheter, så att eleverna kan bli delaktiga i aktiviteten på ett nytt sätt.

### ***Kommentar***

Man kan i ovanstående exempel se att mer eller mindre okända artefakter kan initiera problem, dvs. mellanrum uppmärksammas, som leder till diskussion eleverna emellan (jfr. IDRF). Läraren kan då behövas för att hjälpa till att fylla dessa mellanrum genom att visa på hur artefakterna kan tolkas och/eller synliggöra dessa artefaktens interaktionserbjudanden och därmed göra dem kontinuerliga med elevernas tidigare erfarenheter. Med andra ord kan läraren behövas för att transformation av tal och handling i möten med okända artefakter ska bli möjlig. Med lärarens stöd kan eleverna därmed utveckla ett naturvetenskapligt sätt att hantera såväl språk som artefakter. Det är först därefter som eleverna kan ge relevant respons på artefaktens initierade problem, och artefakten kan ge meningsfull feedback, dvs. handlingen kan gå vidare. De mellanrum som uppmärksammas berör ofta i artefakten inbyggda teorier eller konventioner om t.ex. benämning, funktion, användning, hantering eller feedback. För eleverna själva är sådana relationer omöjliga att sluta sig till utan instruktioner, information eller andra tidigare erfarenheter.

I möten där okända artefaktens interaktionserbjudanden leder till en okanaliserad mediering, dvs. med flera frihetsgrader, kan läraren behöva hjälpa till att fylla uppmärksammade mellanrum – att etablera relationer. Men även i möten där artefaktens mediering tycks vara relativt kanaliserad, kan eleverna tydligt ibland vilja ha bekräftelse av läraren att man är på rätt väg, eller med andra ord, att den av eleverna etablerade relationen är korrekt i språkspelet i fråga.

### **8.2.2 Möten med artefakter då i språkspelet inkorrekt respektive korrekta relationer etableras**

I elevers möten med artefakter visar det sig att en del relationer som etableras är i det naturvetenskapliga språkspelet inkorrekt eller så dröjer mellanrummen kvar, medan andra relationer är i sammanhanget korrekta. I detta avsnitt beskrivs därför elevers möten med artefakter enligt följande:

C. I språkspelet inkorrekt relationer etableras (eller korrekta relationer hindras):

C1. Eleverna uppmärksammar relevanta mellanrum, men de fylls helt eller delvis med i språkspelet inkorrekt relationer.

C2. Eleverna uppmärksammar inte några explicita relevanta/önskvärda mellanrum varvid i språkspelet korrekta relationer hindras.

C3. Eleverna uppmärksammar relevanta mellanrum, men de fylls inte eller inte tillräckligt – de dröjer kvar.

D. I språkspelet korrekta relationer etableras:

D1. Artefakterna och handlingen med dem står fast på ett i språkspelet relevant sätt.

D2. Relevanta mellanrum uppmärksammas och får möjlighet att fyllas, många gånger med hjälp, på ett i språkspelet relevant sätt.

#### ***C. I språkspelet inkorrekt relationer etableras (eller korrekta relationer hindras)***

Nedanstående möten med artefakter kännetecknas av att de relationer som etableras inte är naturvetenskapligt korrekta. I elevernas möten med okända artefakter förekommer det med andra ord att de mellanrum som uppmärksammas fylls med naturvetenskapligt inkorrekt relationer (C1). Det förekommer också att relevanta (kanske önskvärda) mellanrum inte uppmärksammas (C2) alls av eleverna. Detta får som konsekvens att vissa naturvetenskapligt korrekta relationer inte får möjlighet att etableras (ingen mer erfaren person får möjlighet att hjälpa till), medan andra inkorrekt, icke naturvetenskapliga, relationer<sup>130</sup> etableras i stället. Det förekommer också att elever uppmärksammar relevanta mellanrum, men att de inte får möjlighet att fylla dessa med relevanta naturvetenskapliga relationer, dvs. mellanrummen dröjer kvar (C3).

---

<sup>130</sup> Jämför s.k. *misconceptions* – se diskussionskapitlet

### **C1. Eleverna uppmärksammar relevanta mellanrum, men de fylls helt eller delvis med i språkspelet inkorrekt relationer**

I vissa fall i avsnitt 8.2.1 ovan har eleverna etablerat relationer i mötet med artefakterna där relationerna varit i sammanhanget inkorrekt. Ett exempel på detta är när mellanrum uppmärksammas, men artefaktens utformning/design eller feedback medierar delvis kanaliserat, men på ett inkorrekt sätt.

#### **Exempel 1: Artefaktens design eller feedback medierar delvis kanaliserat, men på ett inkorrekt sätt**

John har observerat, och därmed etablerat relationen, att det inte blir något utslag på voltmeter med vissa metallkombinationer (se avsnitt 8.2.1, B3, exempel 3, ovan). Artefakten voltmeters speciella (något otydliga) utformning, med enbart positiv skala i det här fallet, ger en feedback som leder till att bara vissa interaktionserbjudanden blir möjliga för en novis, som inte känner till de implicita konventionerna om hur voltmeter och dess skala fungerar. I grupp 1 leder det förmodligen till att ett implicit mellanrum noteras, samtidigt som den naturvetenskapligt inkorrekt relation om att "det går inte" etableras, då artefaktens mediering till synes är kanaliserad. Det verkar inte finnas några frihetsgrader, dvs. det finns inga relationer att välja mellan – voltmeter visar entydigt 0V. Av någon anledning är det dock en osäker relation eller ett implicit mellanrum, eftersom det nämns för läraren. Den etablerade naturvetenskapligt inkorrekt relationen står fast även när läraren kopplar zink till plus och koppar till minus på voltmeter, "då händer ingenting... vi har redan kollat det".

#### ***Kommentar***

Av materialet kan man se att eleverna i de båda grupperna är noggranna, nyfikna och vill veta (eventuellt drivna av att följa instruktionen till punkt och pricka), vilket bl.a. visas av att när de väl uppmärksammar ett mellanrum, som de inte själva kan fylla, tillfrågas ofta läraren. Det kan också bero på att de måste fylla ett eventuellt mellanrum för att kunna gå vidare. Under laborationen om galvaniska element etablerades inte så många explicita naturvetenskapligt inkorrekt relationer. Under en annan laboration, laborationen om statisk elektricitet, iaktogs ett exempel som, bl.a. av Johns ivriga stämna, kan tolkas som att en i språkspelet inkorrekt relation etablerades:

Grupp 1 (Axel och John) hade gnidit en linjal med en tygbit och fört den mot en balanserande penna, varvid pennan rörde sig. Så här resonerade de när de skulle skriva ner sina slutsatser i anteckningsboken:

John: Pennan... (skriver) och linjalen... (skriver mer, men det hörs inte vad han säger)... Axel, det är typ så här ju... penn... pennan och linjalen blir som magneter, eller hur? [med ivrig stämma]

Ett mellanrum har uppmärksammats om vad som händer när linjalen förs mot pennan. Men i samma mening fyller John mellanrummet, med ivrig stämma, med en relation till att ”pennan och linjalen blir som magneter”, vilket de så småningom skriver i boken som slutsats. Artefakternas feedback medierar kanaliserat som ett annat naturvetenskapligt fenomen, magnetism, än det tänkta, statisk elektricitet, varvid en inkorrekt relation etableras. Situationen kan dock även tolkas som att de ser en analogi mellan detta fenomen och magnetism om man betänker formuleringen ”pennan och linjalen blir *som* magneter”.

## **C2. Eleverna uppmärksammar inte några explicita relevanta/önskvärda mellanrum, varvid i språkspelet korrekta relationer hindras**

Ibland etableras relationer angående artefakterna och deras funktion, som tas för givet, utan att man tar vidare notis om dem, dvs. de står fast. Det kan tolkas som att artefakterna medierar kanaliserat, men på ett inkorrekt sätt. Det kan leda till att i sammanhanget korrekta relationer hindras.

### **Exempel 1: Artefakterna medierar kanaliserat, men på ett inkorrekt sätt**

Liksom i grupp 1 ovan förekom det även i grupp 2 att voltmeteren inte gav något märkbart utslag. Dessa elever tog dock för givet att det var så det skulle vara, dvs. det s.k. nollutslaget (svagt negativt utslag) stod fast i grupp 2 som en i sammanhanget inkorrekt etablerad relation. Man uppmärksammade därmed inget mellanrum om att det har betydelse vilken metall som är kopplad till voltmeterens olika uttag.

Mimmi: ... bly... och... (skriver) koppar... bly och koppar (sätter i kopparblecket i bägaren där blyblecket redan står och håller isär metallerna i bägaren).

Maria: Det blir inget.

- Mimmi: Bly och koppar blir inget.  
 Maria: Nej  
 Mimmi: Noll då...

Mimmi inleder med att etablera relationer, som inte motsägs utan står fast i gruppen. Maria avläser voltmeteren och etablerar relationen att det inte blir något utslag. Mimmi förtydligar relationen ”Bly och koppar blir inget”, vilket står fast, då Maria bekräftar det Mimmi sagt. Mimmi etablerar då relationen att utslaget är ”noll”. Detta leder inte till några nya mellanrum. I grupp 1 i motsvarande situation ovan etablerades relationen att det ”går inte”, vilket i sin tur kunde leda till ett otydligt mellanrum som nämndes för läraren som därmed kunde hjälpa till att etablera en relation.

Flickorna i grupp 2 diskuterade aldrig vilket av voltmeterens olika uttag som var kopplat till respektive metall eller i vilken kolumn i tabellen metallerna skulle skrivas. Grupp 2 uppmärksammade med andra ord inga relevanta mellanrum om vilken metall som borde kopplas till plus- respektive minus-uttaget på voltmeteren, vilket fick konsekvenser för vilka relationer de kunde etablera i denna situation. Det märks bl.a. på hur deras tabell fylldes i. Mötena med de medierande artefakterna (voltmeteren och metallblecken) och de aktualiserade tidigare erfarenheterna och lärarinstruktionerna, var inte tillräckligt för den här gruppen för att de skulle kunna uppmärksamma de relevanta eller *önskvärda mellanrummen* och därmed fylla i tabellen på ett i språkspelet korrekt sätt. Eleverna i grupp 2 uppmärksammade med andra ord inte dessa relevanta mellanrum om sambandet mellan hur metallerna är kopplade till voltmeteren och hur tabellen borde fyllas i. Det innebär att dessa relationer inte etablerades på ett naturvetenskapligt relevant sätt i den här gruppen. Enligt deras tabell (figur 8.2) etablerades andra relationer när de skrev metallerna på ett slags ”organiserat slumpmässigt” vis, för att försäkra sig om att alla metallkombinationer blev testade och skrivna i tabellen. De började därför med kol i pluskolumnen och alla de övriga metallerna i minuskolumnen, följt av bly i pluskolumnen osv. (se figur 8.2). Tabellen tycks fungera som ett (falskt) kvitto på att laborationen är utförd på ett korrekt sätt och att alla kombinationer testats.

+	-	Spänning (V)
kol	koppar	0,1
kol	zink	0,7
kol	bly	0,4
bly	koppar	0
bly	zink	0,3
zink	koppar	0,8
koppar		

Figur 8.2. Tabellen som grupp 2 fick som resultat (den nedersta radens två sista kolumner var tomma).

### **Kommentar**

När man inte känner till språkspelet tillräckligt, dvs. när t.ex. de i artefakten inbyggda teorierna (angående funktion och användning) är okända, kan man inte på egen hand uppmärksamma alla relevanta mellanrum som behöver uppmärksammas för att kunna etablera de relevanta relationerna. Artefakterna medierar med andra ord på ett annorlunda (men ändå kanaliserat) sätt för grupp 2 i dessa situationer.

### **C3. Eleverna uppmärksammar relevanta mellanrum, men de fylls inte eller inte tillräckligt – de dröjer kvar**

Det förekommer ibland att eleverna uppmärksammar relevanta mellanrum, men deras försök till att etablera relationer misslyckas helt eller delvis, trots att eleverna ibland får hjälp. Man kan säga att artefakterna fortsätter att mediera okanaliserat även när hjälp ges, vilket leder till att i språkspelet korrekta relationer hindras.

#### **Exempel 1: Artefakterna fortsätter att mediera okanaliserat även när hjälp ges – i språkspelet korrekta relationer hindras**

Mimmi håller upp ett metallbleck och frågar observatören<sup>131</sup>:

Mimmi: Vad är det här för någonting då?

Observatör: Ser ut som zink.

Mimmi: Zink (går tillbaka till bänken och skriver i tabellen)

Mimmi uppmärksammar ett mellanrum om vilken metall hon håller i handen. Observatören hjälper henne att fylla mellanrummet med en relation till

<sup>131</sup> Se även avsnitt 8.2.1, B3, exempel 1.

benämningen zink. Med det tycks mellanrummet vara fyllt för tillfället. Mimmi skriver det i sin bok och relationen tycks därmed stå fast. Men en stund senare uppmärksammar Mimmi ett mellanrum igen – eller det dröjer kvar – om vilken metallen är när hon ska byta och testa en annan metallkombination:

- Mimmi: Får vi ta bly och... bly och... vad är det här? Zink... är det, va?
- Maria: Jag vet inte.
- Mimmi: Det är zink, va? (håller upp ett bleck till observatören). Det är zink, va?
- Observatör: Det är zink, hade det varit bly så hade det varit tungt och så hade det gått att böja på.

För Maria är det också ett mellanrum om vilken metall det är, ”Jag vet inte”, så Mimmi går och frågar observatören igen. Observatören försöker hjälpa dem genom att ge en relation till bly och dess egenskaper, men det är fortfarande ingen relation till varför metallblecket Mimmi håller i handen skulle vara just zink. De innebär att mellanrummet inte är tillräckligt fyllt - det dröjer kvar. Detta visar sig ytterligare en gång i slutet av samma lektion, när Mimmi kontrollerar om de gjort alla metallkombinationer.

- Mimmi: Vad har vi kvar då? Zink har vi tagit (tittar i tabellen)... (tar upp ett bleck ur bägaren) det är zink, va... det är zink?
- Maria: Mm...

Mimmi uppmärksammar mellanrummet om det är zink som hon håller i handen. I den här situationen, när tabellen är ifylld och man har fyra bleck att välja på, varav tre (kol, koppar och bly) är relativt väl kända, är det lättare för Maria att etablera relationen att det är zink det är frågan om.

Caroline som hela laborationstillfället haft fullt upp med att skriva av Marias tabell frågar i slutet av laborationen:

- Caroline: Alltså jag vet inte, vad är det här för någon metall? (Tar upp metallblecket som Mimmi just lagt ifrån sig).
- Maria: Zink
- Caroline: Hur vet ni det då?
- Maria: (Rycker på axlarna.)

Caroline uppmärksammar ett mellanrum om vad det är för metall hon håller i handen. Maria försöker hjälpa henne genom att etablera en relation till zink. Caroline uppmärksammar då ytterligare ett mellanrum om hur de kan veta att det är zink. Maria rycker då på axlarna – mellanrummet dröjer tydligen kvar. Ingen annan tillfrågas, utan de nöjer sig med detta. Någon naturvetenskaplig relation kan därmed inte etableras i denna situation till hur de kan känna igen och därmed veta att det är zink.

### ***Kommentar***

Man kan alltså se att möten med artefakter som ledde till i språkspelet inkorrekt, eller icke naturvetenskapliga, relationer respektive att mellanrum inte uppmärksammades, eller uppmärksammades men dröjde kvar, karakteriserades av att artefakterna var ganska okända för eleverna. En okänd artefakt kan till synes mediera på ett kanaliserat sätt för eleverna. Exempelvis gjorde designen på voltmeterns skala, som enbart visade positiva värden, att grupp 1 tillfälligt etablerade relationen att ”det går inte” när värdet till synes blev 0 V. Det ledde i sin tur så småningom vidare till att ett mer explicit mellanrum uppmärksammades och läraren tillfrågades. Trots att läraren försökte visa dem vidhöll eleverna först att ”det går inte” (vilket trots allt är en form av mellanrum/oklarhet) när läraren kopplade om metallblecken. I grupp 2 stod det däremot (inkorrekt) fast att utslaget ska vara 0 V – inget mellanrum uppmärksammades, dvs. artefakten medierade kanaliserat, men på ett inkorrekt sätt. Man kan också se att okända artefakter ibland medierade okanaliserat så att det fanns flera interaktionserbjudanden att välja på, vilket ledde till att mellanrum uppmärksammades, som i fallet med zink i C3. I de ovan beskrivna mötena med artefakter var elevernas tidigare erfarenheter tydligen inte tillräckliga för att göra det möjligt för dem att gå vidare i handlingen med artefakterna på ett naturvetenskapligt korrekt sätt. Inkorrekt relationer tycks kunna etableras i möten med okända artefakter där någon mer erfaren person saknas som hjälp och stöd.

### ***D. I språkspelet korrekta relationer etableras***

Man kan se att de möten med artefakter där naturvetenskapligt korrekta relationer etablerades direkt (utan hjälp) kännetecknades av att artefakterna var relativt välkända från tidigare erfarenheter, dvs. artefakterna och handlingen med dem står fast på ett naturvetenskapligt relevant sätt (D1) i dessa situationer. I övriga möten där naturvetenskapligt korrekta relationer etablerades uppmärksammade eleverna relevanta mellanrum och fick möjlig-

het att fylla dem, många gånger med hjälp av någon mer erfaren person (D2).

### **D1. Artefakterna och handlingen med dem står fast på ett i språkspelet relevant sätt**

I möten där artefaktens eller artefaktdelars interaktionserbjudanden hjälper till att aktualisera elevernas tidigare erfarenheter på ett relevant sätt kan eleverna gå vidare i sina handlingar utan att behöva stanna upp eller be om hjälp. Artefakten eller delar av den medierar på ett tydligt, klart och relevant kanaliserat sätt i enlighet med tidigare erfarenheter. Handlingarna med artefakten eller dess delar verkar då bli mer rutinmässiga (vanor utvecklas), utan att explicita mellanrum uppmärksammas.

#### **Exempel 1: Artefakterna medierar på ett relevant kanaliserat sätt**

En för eleverna relativt okänd artefakt som voltmeteren kan ha delar som eleverna har tidigare erfarenheter av på något sätt. För grupp 1 var t.ex. voltmeterens skala något som de troligen kände igen från liknande möten. Även för Maria i grupp 2 stod det fast hur skalan skulle avläsas (se avsnitt A1). Det gjorde att de inte uppmärksammade några mellanrum<sup>132</sup> i mötet med skalan, dvs. skalans hantering stod fast. Likaså var det tydligt markerade plusuttaget på voltmeteren inget som diskuterades i någon av grupperna. Det uppmärksammades inga explicita mellanrum angående hanteringen av plusuttaget. Det stod med andra ord fast att, och hur, plusuttaget skulle användas. I grupp 1 stod det också relevant fast hur tabellen skulle fyllas i (se avsnitt B1). De uppmärksammade inga mellanrum om det utan eleverna i grupp 1 kontrollerade noggrant vilken metall som var kopplad till plus- respektive minusuttaget (3 V) på voltmeteren. Det berodde troligen på tidigare erfarenheter från liknande möten. De kontrollerade också noga i vilken kolumn i tabellen de skrev sitt resultat (se figur 8.3).

---

<sup>132</sup> Undantaget Mimmi i avsnitt 8.2.1, B2, exempel 2.

+	-	Spänning (V)
kol	bly	0,4 V
koppar	zink	0,7 V
kol	zink	1 V
bly	zink	0,1 V
kol	koppar	0,1 V
koppar	bly	0,4 V
kol	koppar	0,1 V

Figur 8.3. Tabellen som grupp 1 fick som resultat.

Handlingarna med artefakterna ovan står fast förmodligen med hjälp av tidigare erfarenheter (inklusive lärarens tidigare instruktioner) från liknande situationer, som nu aktualiserats – kontinuitet har skapats. Det innebär att artefakterna medierar på ett tydligt och klart sätt i enlighet med tidigare erfarenheter, dvs. artefakternas interaktionserbjudanden är i kontinuitet med tidigare, nu aktualiserade, erfarenheter. Artefakterna medierar alltså på ett kanaliserat sätt, det finns med andra ord inga frihetsgrader i mötet i fråga.

### **Kommentar**

De relationer som etableras i dessa möten tycks bygga på en kombination av elevernas tidigare, nu aktualiserade, erfarenheter (inklusive lärarens instruktioner) och mötet med de aktuella artefakterna. Genom att jämföra de två gruppernas excerpt och tabeller från deras möten med artefakterna i laborationen om galvaniska element, blir det uppenbart att eleverna har olika erfarenheter av artefakterna. Det kan bl.a. ses av att de två grupperna fokuserade på olika saker. Det vill säga, de två grupperna uppmärksammade olika mellanrum eftersom artefakterna medierade på olika sätt och därmed initierade olika problem i de båda grupperna. Det ledde till att innehållet i de relationer som etablerades därmed blev olika i de båda grupperna, dvs. lärandeinnehållet blev olika i de båda grupperna.

### **D2. Relevanta mellanrum uppmärksammas och får möjlighet att fyllas, många gånger med hjälp, på ett i språkspelet relevant sätt**

I möten där artefaktens eller artefaktdelars interaktionserbjudanden är mer svårtolkade eller knappt märkbara kan mellanrum uppmärksammas som anknyter till de implicita inbyggda teorier (angående funktion och användning) och konventioner som gäller artefakten i fråga. Ibland är det någon (i sammanhanget) mer erfaren elev som kan hjälpa till att etablera relationer (exempel 1) och ibland är det läraren (eller observatören) som måste tillfrågas (exempel 2).

### **Exempel 1: Relationer etableras med hjälp av mer erfarna elever**

Elever som har tidigare erfarenheter av liknande möten med artefakten kan ibland hjälpa till att etablera i sammanhanget relevanta relationer och då behöver läraren inte tillfrågas. Exempel på detta kunde ses i både grupp 1 (avsnitt 8.2.1, B2, exempel 3) och grupp 2 (avsnitt 8.2.1, B2, exempel 1 respektive 2) ovan, då i gruppen mer erfarna elever visade hur man kan urskilja bly från andra metaller. Med hjälp av kompisens medierade artefakten blyblecket på ett annat, kanske nytt, men kanaliserat sätt för övriga gruppmedlemmar.

### **Exempel 2: Relationer etableras med hjälp av läraren**

Läraren kan hjälpa till på flera sätt (se även kapitel 10), bl.a. genom att hjälpa eleverna att fylla det redan uppmärksammade mellanrummet med en relation, exempel 2a. Men ibland behöver eleverna hjälp även för att uppmärksamma ett relevant/önskvärt mellanrum för att göra det möjligt att sedan etablera relationer, exempel 2b.

#### *2a) Läraren hjälper eleverna att etablera relevanta relationer*

I grupp 1 (avsnitt, 8.2.1 B3, exempel 2 ovan) uppmärksammar Axel ett mellanrum i mötet med tabellen och metallerna, "Vilken är plus?" (dvs. var i tabellen ska man skriva respektive metall), som efter diskussion leder till att ett nytt mellanrum uppmärksammas angående om 3V motsvarar minuspolen. Med hjälp av lärarens konfirmerande fylls mellanrummen och detta leder så småningom till att det står implicit, men korrekt fast, bl.a. var i tabellen man ska skriva respektive metall.

#### *2b) Läraren hjälper eleverna att uppmärksamma relevanta/önskvärda mellanrum för att göra det möjligt att sedan etablera relationer*

Ibland uppmärksammar läraren att det finns en oklarhet i elevernas resonemang och försöker då få eleverna att uppmärksamma ett relevant eller önskvärt mellanrum för att möjliggöra en etablering av en relation. I grupp 1 ses exempel på detta i avsnitt 8.2.1, B3, exempel 3 ovan. Eleverna har där inte uppmärksammat att voltmetern gör ett litet "bakslag" när metallblecken är kopplade i fel riktning, utan bara konstaterat att "det går inte". Det blir då till slut nödvändigt att fråga läraren för att kunna komma vidare på ett relevant sätt. Läraren kopplar då avigt, vilket leder till att eleverna upprepar det mellanrum de uppmärksammat att "det går inte". Läraren pekar då på voltmeterns visare förmodligen för att få eleverna att urskilja detta lilla bakslag och implicit ställa sig frågan om vad det innebär att visaren rör sig

åt andra hållet. Läraren försöker med andra ord uppmärksamma eleverna på ett (önskvärt<sup>133</sup>) mellanrum, vilket leder till att en relation kan etableras om att det blir ett litet utslag bakåt och att det innebär att det är negativt – ”minus blir det”.

Ett annat exempel utspelade sig i grupp 2. Mimmi hade vid flera tillfällen lite svårt att avläsa voltmetern. I detta fall fanns observatören till hands.

Mimmi: (Tittar på voltmeterns skala). Fem då får vi ta... eller... det är mellan där liksom...

Observatör: Var är ett någonstans?

Mimmi: Där...

Maria: Noll komma...

Mimmi: Noll komma... fem... cirka noll komma fem...

Observatören uppmärksammar att det är oklart (ett mellanrum i samtalet) för Mimmi om hur man avläser voltmetern och försöker hjälpa henne att uppmärksamma det relevanta eller önskvärda mellanrummet om var värdet 1 finns på voltmeterns skala, för att underlätta etableringen av en relevant relation i förhållande till värdet 1 som är känt och står fast. Mimmi etablerar då en relation till var värdet 1 finns på skalan. Maria försöker sedan hjälpa henne att etablera en relation till att det aktuella utslaget är mindre än ett. Mimmi kan då etablera relationen till värdet 0,5.

I möten med okända artefakter kan uppenbarligen stöd och hjälp av kompisar och/eller lärare underlätta tolkningen av artefakternas interaktionserbjudanden och kanalisera dem, och på så sätt minska antalet frihetsgrader.

### ***Kommentar***

I dessa möten med artefakter och/eller artefaktdelar där tidigare erfarenheter aktualiseras, tillsammans med det stöd och den hjälp från läraren och/eller andra mer erfarna elever i gruppen, kanaliseras artefakternas mediering på ett mer naturvetenskapligt relevant sätt. I vissa fall blev nya aspekter av artefakterna märkbara eller tydligare, vilket gav kontinuitet i mötena med dessa, och medverkade till att eleverna kunde etablera i språkspelet relevanta relationer. Det kunde åstadkommas bl.a. genom att läraren försökte få eleverna att uppmärksamma s.k. önskvärda mellanrum, som

---

<sup>133</sup> Se även kapitel 9 och 10 nedan.

sedan kunde fyllas. Med hjälp av mer erfarna elever och/eller läraren kunde elevernas tidigare erfarenheter transformeras i mötena med artefakterna.

### 8.3 Sammanfattning

Man kan av ovanstående se att artefakterna fungerar som medierande verktyg, och att mer kända artefakter ofta kan mediera på ett kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt. Det innebär att de relationer som etableras då kan bli mer relevanta i den aktuella situationen. Mellanrum angående artefakten uppmärksammas sällan i dessa möten. Handlingarna i situationen står därmed oftast fast, vilket gör att handlingen kan gå vidare utan problem, korrekt eller inkorrekt. Det är när artefakten medierar tydligt och i situationen korrekt som i språkspelet relevanta/korrekta relationer får möjlighet etableras. Det förekommer dock att för eleverna relativt kända artefakter medierar kanaliserat, men på ett i sammanhanget inkorrekt sätt. Ibland upptäcker eleverna detta och mellanrum kan uppmärksammas, men ibland kan händelsen passera obemärkt och eventuellt leda till att mindre korrekta relationer i sammanhanget i fråga etableras.

Ibland kan dock, speciellt okända, artefakter eller artefaktdelar mediera på fler än ett sätt, dvs. okanaliserat, så att flera interaktionserbudanden finns och flera olika relationer blir möjliga att etablera – flera frihetsgrader finns. Ofta uppmärksammas då mellanrum som behöver fyllas för att handlingen ska kunna gå vidare. Dessa mellanrum kan ibland fyllas med hjälp av i situationen mer erfarna elever, dvs. elever för vilka artefakten medierar på ett mer kanaliserat sätt, korrekt (eller inkorrekt), i språkspelet i fråga.

Ibland kan artefakterna mediera okanaliserat för samtliga elever i gruppen. Det kan leda till att de frågar läraren till råds om hur de ska tolka situationen och/eller artefakterna. Det visar sig då att läraren behövs för att hjälpa till att etablera nya relationer, dvs. för att hjälpa eleverna att urskilja och erfara artefakten, dess delar, hantering, benämning och funktion. Läraren behövs med andra ord för att hjälpa till att skapa kontinuitet kring okända artefakter och deras hantering och därmed explicitgöra artefaktens inbyggda, implicita teori (funktion/användning/hantering). Ibland blir detta inte möjligt förrän läraren lyckats få eleverna att uppmärksamma ett specifikt, önskvärt mellanrum. Möten med artefakter där man får tillgång till stöd och hjälp från en i situationen mer erfaren person (elev eller lärare) leder många gånger till att relevanta och i språkspelet korrekta relationer kan etableras.

Man kan av materialet se att artefakternas design kan ha betydelse för vad som fokuseras. På en liknande laboration om galvaniska element i skola A användes digitala voltmetrar, som dessutom visade minus om man kopplat i inkorrekt ordning, vilket läraren informerade om. På den lektionen uppmärksammades inga mellanrum om hur skalan skulle avläsas, däremot visade de voltmetrarna millivolt, vilket ledde till att mellanrum uppmärksammades kring detta. Med andra artefakter uppmärksammas alltså andra mellanrum, vilket därmed leder till att andra relationer får möjlighet att etableras, med konsekvensen att det blir ett annat lärande innehåll. Fallet där voltmeteren bara visar positiva utslag på skalan och där eventuella negativa utslag visas som "noll-utslag", visar också att utformningen eller designen av artefakterna kan begränsa vad som kan medieras av artefakten utan hjälp av mer erfarna personer. Valet av artefakter liksom deras design har med andra ord betydelse för vad eleverna har möjlighet att lära.

Samma laboration, med samma instruktioner och samma slags utrustning behöver dock inte innebära att medieringen blir lika i de olika grupperna, dvs. att samma mellanrum uppmärksammas och fylls, och därmed inte heller att eleverna lär samma saker. Eleverna i grupp 2 erfor och lärde sig alltså på ett annat sätt och ett annat lärande innehåll än eleverna i grupp 1 i mötana med voltmeteren, metallerna och tabellen. Artefakternas mediering beror bland annat på tidigare, nu aktualiserade, erfarenheter, men även på vilken hjälp användarna får från t.ex. andra elever och läraren. Olika erfarenheter gör att olika interaktionserbudanden fokuseras i de olika grupperna, vilket i sin tur leder till att olika mellanrum kan uppmärksammas. Därmed kommer olika relationer att få möjlighet att kunna etableras. Detta visar att artefakterna medierar olika för alla, och för var och en från situation till situation. Lärande kan med andra ord sägas vara situerat och kontingent. En undervisning som bygger främst på s.k. induktivt lärande sker därför på olika villkor för de studerande. Eleverna deltar med andra ord på olika sätt i det för dem nya språkspelet om galvaniska element.

Frågan är om den här laborationen för eleverna handlade om "hur man får spänning i ett batteri", som rubriceringen på laborationen var, eller om att förstå "att man på ett ganska enkelt sätt kan skapa elektricitet genom att man har två olika metaller... och en saltlösning då, eller en lösning som leder...", som läraren i intervjun sa att syftet med lektionen var. Av elevernas fokusering, resonemang och handling tycks laborationen främst ha handlat om att lära sig urskilja och känna igen de olika metallerna som användes, att 3V-uttaget på voltmeteren motsvarar minus, hur voltmeterens ska-

la kan avläsas, och att även om denna typ av voltmeter tycks visa 0 V, så är det inte säkert att det motsvarar 0 V, utan istället är ett negativt värde, osv. (jfr. ytinriktning, Marton et al, 1999). För en expert inom elektricitetslära kan detta tyckas vara triviala lärdomar. Förmodligen måste dessa relationer och samband stå fast för att eleverna ska kunna gå vidare i handlingen, och även för att göra det möjligt för eleverna att uppmärksamma i sammanhanget mer relevanta mellanrum om fenomenet spänning och därmed göra det möjligt att etablera i språkspelet korrekta relationer till det.

## 9 ELEVERS MÖTEN MED ETT NATURVETENSKAPLIGT SPRÅKBRUK

I detta kapitel beskrivs elevers möten med ett för dem nytt språkbruk i samband med laborationer inom skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära. Kapitlet avslutas med en sammanfattning.

### 9.1 Analys av elevers möten med språkbruket inom skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära

I det material jag studerat har eleverna inte så stora möjligheter att själva delta i samtal med naturvetenskapligt innehåll, eller i det här fallet specifikt om ellära. Det beror främst på att klassrumssamtalen i första hand styrs av läraren. Eleverna kommer in med korta inlägg i den s.k. IRE/IRF-strukturen<sup>134</sup> (Sinclair & Coulthard, 1975) som till stor del kännetecknar klassrumssamtalen. Under laborationerna använder eleverna själva sällan de naturvetenskapliga termerna, men det förekommer bl.a. när de uppmärksammar mellanrum angående något, när de läser frågor i laborationsinstruktionen eller när de har erfarenhet av en term sedan tidigare. Ur materialet kan möten med skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära urskiljas då:

- A. En naturvetenskaplig term är okänd eller används inte av elever
  - A1. Elever använder egna termer istället för naturvetenskapliga termer.
  - A2. Läraren hjälper elever att etablera relationer till naturvetenskapliga termer.
  
- B. En naturvetenskaplig term är känd, men används på ett i språkspelet inkorrekt sätt
  - B1. En känd term antas av eleven ha en annan innebörd i det nya språkspelet.
  - B2. En känd term antas av eleven ha samma innebörd i det nya språkspelet.
  - B3. En känd terms innebörd är okänd eller förväxlas.

---

<sup>134</sup> Se kapitel 2.

C. En naturvetenskaplig term är känd och används på ett i språkspelet korrekt sätt

C1. En naturvetenskaplig term och dess innebörd i det nya språkspelet är känd sedan tidigare och används *utan hjälp*.

C2. En naturvetenskaplig term är känd och används i sammanhanget korrekt *med hjälp*.

### **A. En naturvetenskaplig term är okänd eller används inte av elever**

Det språkbruk som används i skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära är nytt för eleverna, vilket kan innebära att de ibland inte känner till eller använder naturvetenskapliga termer i sina samtal. Ibland skapar de då egna termer (A1) och ibland hjälper läraren till att införa nya termer (A2).

#### **A1. Elever använder egna termer istället för naturvetenskapliga termer**

När eleverna saknar en naturvetenskaplig term i samtalet händer det att de själva namnger t.ex. artefakter med egna termer. Genom att peka på de aktuella artefakterna och benämna dem med egna termer skapas mening i samtalet och handlingen kan gå vidare. De uppmärksammar dock inget explicit mellanrum angående en eventuell naturvetenskaplig term för artefakten.

#### **Exempel 1: Relationer etableras med hjälp av egna termer**

I avsnitt 7.4.1, B1 beskrivs när eleverna Lena och Curt ska rita kopplings-scheman till bilder med elektriska kopplingar<sup>135</sup>:

Lena: ... Hur ser den där stålgrej... svarta grejen ut... strömbrytare... hur?... ett v?... den här? ... Ja, men det är väl den där? (Pekar på något?)

Curt: Ja, det är den.

Lena: Ja, men den? (Pekar i häftet)

Curt: Jaha, det är en ring och ett v i så.

Lena: Jaha... okej.

Lena ska rita symbolen för en elektrisk komponent och har uppmärksammat ett mellanrum angående hur symbolen för den ser ut, men hon vet inte riktigt vad artefakten heter. Hon försöker därför benämna artefakten efter bl.a. dess utseende, varvid flera interaktionserbjudanden ges: ”*stålgrej*”,

<sup>135</sup> Se tabell 7.4, Skola B, laboration 3.

”svarta grejen”, ”strömbrytare”, ”ett v”. Uttrycken ger upphov till flera frihetsgrader för Curt, men efter en stunds utpekande gester från Lena inser han vad det handlar om och etablerar relationen: ”det är en ring och ett v i så”. De uttalar dock inget explicit mellanrum om vad artefakten heter.

En stund senare plockar eleverna fram utrustning/artefakter till en ny koppling:

- Lena: ... det här är ett batteri (Pekar i kopplingsschemat).  
 Curt: Ja, det är det.  
 Lena: Så, det här vet jag... inte bättre än dig.  
 Curt: Det här är en sån här kopplingssak [=strömbrytare?] som står här.  
 Lena: Ja, den står där... och så (ohörbart) där...  
 Curt: Och så ska det vara lampa.

Lena och Curt beskriver för varandra vad symbolerna i kopplingsschemat motsvarar. Lena pekar på symbolen för batteri och benämner det. Hon uppmärksammar tydligt ett mellanrum om vad en symbol motsvarar. Curt etablerar då en relation till artefaktens funktion, ”Det här är en sån här *kopplingssak* [=strömbrytare?] som står här”, dvs. han benämner artefakten med en egen term efter hur artefakten används. Endast ett interaktionserbjudande lyfts fram, det ger med andra ord inte upphov till några frihetsgrader, utan uttrycket står fast. Inte heller här uttalar de något explicit mellanrum om hur artefakten benämns inom ett naturvetenskapligt språkspel.

## A2. Läraren hjälper elever att etablera relationer till naturvetenskapliga termer

Inom det naturvetenskapliga språkspellet om elektricitet används många specifika termer för artefakter och fenomen. Läraren försöker ofta hjälpa elever att etablera relationer till benämningar på dessa.

### Exempel 1: Relationer angående nya termer etableras med hjälp av läraren<sup>136</sup>

Läraren Bertil har skrivit ”Strömmen möter motstånd” på tavlan.

- Läraren: Här har jag lite olika metaller här. De här är ju bra ledare... i och med att de är metaller... Och det ordet man använder när

<sup>136</sup> Ett liknande exempel kan ses i avsnitt 10 C, angående termen repellerar.

strömmen möter motstånd är ett nytt begrepp som heter (vänder sig mot tavlan och skriver: ”resistans”) resistans.

Elever: Resistans

Läraren: Resistans, tänker man på engelska ordet resist... som betyder...?

Någon elev svarar men det hörs inte eftersom en annan elev vässar pennan.

Läraren: Göra motstånd då, va... det är ju därifrån det kommer.

Läraren utgår från att eleverna inte känner till den term som vanligen används inom det naturvetenskapliga språkspelet för när ström möter motstånd. Han skriver termen på tavlan och försöker hjälpa eleverna att etablera en relation till vad den engelska termen ”resist” innebär.

### ***Kommentar***

Man ser ovan (A1) hur eleverna har ett behov av att benämna komponenterna i kopplingen under arbetets gång för att kunna skapa mening i sammanhanget och för att kunna gå vidare i handlingen. Eftersom de inte känner till språkspelet tillräckligt för att kunna benämna alla artefakter på ett i sammanhanget korrekt sätt, benämner de ibland dessa okända artefakter med egna termer (jfr. s.k. hjälppord, Rundgren, 2006), ofta efter deras utseende eller funktion i kopplingen. Språket fungerar med andra ord som en medierande resurs, med vars hjälp eleverna kan skapa mening. Eleverna i exemplet uttrycker dock inget explicit mellanrum om eller behov av någon naturvetenskaplig benämning på de använda artefakterna. Då artefakternas benämning inte omnämnts eller på annat sätt explicitgjorts vare sig i uppgiften eller av läraren tycks eleverna inte se någon anledning att fokusera detta<sup>137</sup>. Läraren och/eller instruktionen (eller med andra ord en auktoritet på området, jfr. Wickman 2002) kan behövas för att hjälpa eleverna att fokusera på relevanta interaktionserbjudanden i situationen.

I det andra fallet (A2) ser man exempel på hur läraren inför en ny naturvetenskaplig term, ”resistans”. Eleverna har dock inte uttryckt något explicit mellanrum angående hur ”motstånd” kan benämnas på annat sätt inom språkspelet om ellära. Det är svårt, för att inte säga omöjligt, att uppmärksamma mellanrum om något man inte känner till, vilket gör att läraren får

---

<sup>137</sup> Jfr. avsnitt 7.2, elever tycks i huvudsak fokusera sådana interaktionserbjudanden som är explicita t.ex. i uppgiften och/eller kända sedan tidigare, dvs. sådant som står fast. De kan bara se de interaktionserbjudanden som de känner till, antingen sedan tidigare eller via uppgiften eller med hjälp av läraren.

en viktig roll dels för att initiera ett problem, dvs. hjälpa elever att uppmärksamma mellanrum, dels för att hjälpa dem att fylla dessa mellanrum.

***B. En naturvetenskaplig term är känd, men används på ett i språkspelet inkorrekt sätt***

En del termer, även om de är kända sedan tidigare från t.ex. det mer vardagliga språkspelet, kan ge upphov till andra interaktionserbjudanden i mötet med skolans naturvetenskapliga språkspel (B1). Det blir en form av språkspelskrock, kan man säga. Termer som är kända från andra språkspel antas ibland inkorrekt av eleverna ha samma innebörd även i det naturvetenskapliga språkspelet (B2). En del naturvetenskapliga termer har eleverna hört talas om, men de vet inte riktigt vilken innebörd termerna har, utan förväxlar dem lätt (B3).

**B1. En känd term antas av eleven ha en annan innebörd i det nya språkspelet**

Elever tycks ibland ha förväntningar på att naturvetenskapliga termer ska vara annorlunda och inte ha med det vardagliga att göra.

**Exempel 1: Salt = saltsyra?**

I början av en lektion utspelade sig följande strax innan laborationen<sup>138</sup>:

Pär: Ska vi ha det här? Ska vi ha krokodilklämmor?  
 Lärare: Ja... vatten i den här... och blanda med salt, det har vi i den här...  
 Pär: Salt?  
 Lärare: Ja  
 Pär: Saltsyra...  
 Lärare: Vanligt koksalt  
 Pär: Går det att äta?  
 Lärare: Koksalt går att äta, ja.  
 Pär: Är det gott?

En nyfiken elev, Pär, uppmärksammar ett mellanrum angående om man ska använda krokodilklämmor, en term inom det naturvetenskapliga språkbruket som tydligen står fast i samtalet. Läraren konfirmerar det Pär säger och ger samtidigt instruktioner genom att bl.a. etablera relationerna att det ska

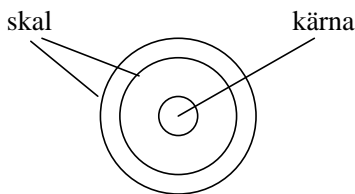
<sup>138</sup> Se tabell 7.4, Skola B, laboration 2.

vara ”vatten i den här”, vilket står fast, och att det ska blandas med salt. Pär uppmärksammar då ett mellanrum, ”Salt?”, dvs. det står inte fast vad salt är i denna situation (men man kan nog anta att eleven känner till salt från det s.k. köksliga språkspelet). Läraren konfirmerar att det är salt han talar om. Pär försöker då etablera en relation till ”Saltsyra”, som tydligen är mer relevant för honom i naturvetenskapliga sammanhang i skolan. Termen ”salt” ger tydligen upphov till flera interaktionserbjudanden i denna situation och medierar därmed på ett okanaliserat sätt. Läraren etablerar då en ny relation, denna gång till ”Vanligt koksalt”, som är en vanlig benämning inom skolans naturvetenskapliga språkspel. Denna term tycks dock vara helt obekant för Pär, som då uppmärksammar mellanrum som ”Går det att äta?”, vilket läraren bekräftar, respektive ”Är det gott?”. Det sista mellanrummet fylls inte under detta samtal utan dröjer kvar, med följden att ingen relevant naturvetenskaplig relation får möjlighet att etableras. Kanske etableras en implicit, naturvetenskapligt inkorrekt, relation om ”salt”.

## B2. En känd term antas av eleven ha samma innebörd i det nya språkspelet<sup>139</sup>

Inom skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära förekommer termer med samma lydelse som tidigare kända ”vardagliga” termer, men med en för eleverna ny innebörd. När läraren använder dessa termer blir det vid några tillfällen tydligt att lärare och elever ibland talar bredvid varandra, dvs. att de använder sig av olika språkspel och därmed olika innebörder för en och samma term.

### Exempel 1: Atomkärna med skal



Figur 9.1. Lärarens bild av en atommodell på tavlan, med en kärna i mitten och två skal runt om.

<sup>139</sup> Ett liknande exempel kan ses i avsnitt 10 D angående termen *positiv*.

Läraren Bertil<sup>140</sup> har ritat en modell av en atom på tavlan (se figur 9.1) som inledning till laborationen om statisk elektricitet och talar om den:

Läraren: Atomer, ja, och varje atom... har ju... elektroner. Hur många... det beror ju på vilket grundämne vi har. Så att runt här finns ju massor... vi tar en (Paus medan han ritar.) ... runt där finns det ju massor utav... elektroner... Nått att tänka på inför dagens laboration... när man gnider på någonting så... lossar det, och det som lo... lossar... det som lossar lättast är ju... elektroner... river vi tillräckligt får vi ju loss stora stycken va, mm.

Eskil: ... den där ringen där inne, vad är det... skal...?

Läraren: Den? (Pekar på atomkärnan)

Eskil: Ja, ringen där.

Läraren: (Pekar på ordet "kärna" på tavlan)

Eskil: Ja, men ringen runt där.

Läraren: Ja, men det bara visar var kärnan... yta... innanför den finns kärnan... den är en bild utav kärnan.

Eskil: Det är ett skal?

Läraren: Njaj

Eskil: Vad är det då - ett blad?

Läraren: Nej, det är inget skal, det bara visar att här är kärnan... det är inget skal inte det här direkt... nja, vi säger att det är ett skal då... vi kan säga det... för din skull... Mer än så får ni inte med er idag, inför dagens lab... att tänka på...

Eskil uppmärksammar ett mellanrum angående benämningen av den innersta ringen i modellen av atomen som läraren ritat på tavlan. Läraren försöker förtydliga Eskils fråga, genom att peka på atomkärnan i modellen och säga "Den?". Eskil förtydligar sin fråga ytterligare genom att säga "Ja, ringen där". Läraren försöker då etablera en relation till den skrivna termen "kärna" på tavlan genom att peka på ordet. Men mellanrummet dröjer kvar visar det sig när Eskil säger "Ja, men ringen runt där". Läraren försöker då etablera en relation till att den innersta ringen i modellen visar kärnans yta och att figuren är en "bild utav kärnan". Eskil etablerar då relationen att "Det är ett skal" (på kärnan), vilket läraren inte riktigt vill hålla med om. Mellanrummet dröjer därmed kvar, "Vad är det då - ett blad?", säger Eskil lite frustrerat. Läraren vidhåller att det inte är ett skal, utan att det visar att

---

<sup>140</sup> Lektion 1, grupp B.

kärnan är där, men säger sedan utan vidare kommentar om det att ”vi säger att det är ett skal då... vi kan säga det... för din skull...”.

De övriga ringarna i modellen av atomerna på tavlan benämndes tidigare av läraren för k-skal, l-skal osv. Den innersta ringen hade ingen benämning, men förmodligen ser eleven den innersta ringen som ett skal på kärnan ungefär i analogi med att ett äpple har ett skal. För eleven finns tydligen bara ett interaktionserbjudande i denna situation, vilket gör att termen ”skal” tydligen medierar på ett i språkspelet om ellära inkorrekt sätt. Detta leder med andra ord till att ett *distraherande mellanrum* uppmärksammas, som stör meningsskapandet. Ett förtydligande om att det handlar om olika språkspel behövs.

### **B3. En känd terms innebörd är okänd eller förväxlas**

Det förekommer att elever känner till en naturvetenskaplig term sedan tidigare, men inte dess innebörd. Det är då lätt att förväxla termer och deras innebörd.

#### **Exempel 1: Watt – volt**

En del elever säger watt istället för volt i början innan de känner till det nya språkspelet. Eventuellt har de tidigare erfarenheter hemifrån av denna term. De relaterar den tydligen till något inom språkspelet om elektricitet.

Lina<sup>141</sup>: (Läser högt i instruktionen där det står ”1,5 V”:) ”En och en halv watt”... vad fasen betyder det?

Calle: Det är batterierna.

Lina läser ”en och en halv watt”, dvs. uttalar ”V” som watt i stället för volt. Samtidigt uppmärksammar hon ett mellanrum om vad det innebär. Calle etablerar då en relation till att det har med batterierna att göra. Förkortningen ”V” i häftet *medierar kanaliserat, men på ett i sammanhanget inkorrekt sätt*, dvs. det leder tydligen till ett enda, men inkorrekt, interaktionserbjudande i sammanhanget för Lina. För Calle, som också läser i häftet, medierar uttrycket ”1,5 V” och situationen i sig på ett korrekt kanaliserat sätt att det har med batterierna att göra. Enheten watt har inte nämnts i ellära hitills. Förmodligen har Lina hört termen watt i något el-sammanhang i hemmet och relaterar det nu till detta V. Eleverna uppmärksammar dock

---

<sup>141</sup> Se tabell 7.4, Skola B laboration 3.

inte något explicit mellanrum angående termen ”vatt” i den här situationen, utan går vidare i handlingen som om den stod fast.

**Exempel 2: Molekyler – elektroner**

Att särskilja uppbyggnadsordningen för atomer och deras delar från molekyler och hur de är uppbyggda kan ibland vara svårt innan man känner till språkspelet.

Lärare: ... Det är ett slags atomer i ett grundämne. Och vad består en atom av då?

Nisse: Molekyler.

Lärare: Nja. Molekyler, det var när vi lät flera atomer sätta sig ihop, va? Då fick vi en molekyll.

Läraren Allan försöker hjälpa eleverna att uppmärksamma ett mellanrum angående vad atomer består av. Nisse svarar då ”molekyler”, dvs. en term som ibland nämns i samband med atomer. Lärarens uttryck om atomens beståndsdelar *medierar kanaliserat, men på ett inkorrekt sätt* för Nisse, dvs. det finns i denna situation bara ett interaktionserbudande och det är relationen att atomer består av ”molekyler”. Läraren försöker då hjälpa Nisse att etablera en relation till vad en molekyll är. Nisse säger inget mer om detta.

**Exempel 3: Cellkärna – atomkärna**

En stund senare diskuteras atomens delar i samma grupp.

Lärare: ... Vi pratade lite grand om och det har ni kanske pratat om på kemin ... sen finns det vissa partiklar som åker runt här ... utanför här ... Det som fanns här i mitten på atomen, av atomen?

Stina: Cellkärnan.

Lärare: Ja, nästan. Istället för att säga cellkärnan så kan du säga, eftersom det är en atom, så säger du att det är en atomkärna ...

Läraren Allan försöker att få eleverna att uppmärksamma vilka atomens beståndsdelar är. Stina svarar ”cellkärna”. I denna situation medierar lärarens uttryck om vad som finns i mitten av atomen på ett *kanaliserat, men i språkspelet inkorrekt sätt* för Stina, dvs. det finns endast ett interaktionser-

bjudande för henne i denna situation, nämligen ”cellkärnan”. Läraren försöker då etablera en relation till att eftersom det är en atom så kan man istället säga atomkärna. Ingen relation etableras explicit till termen ”cellkärna”, vilket kanske kunnat ge en ytterligare dimension till den etablerade relationen.

### ***Kommentar***

Man ser tydligt att språkspellet om ellära är nytt för eleverna. Ibland tar eleverna för givet att inom naturvetenskapen är allt nytt, vilket gör att den vanligaste term kan uppfattas som märklig. En sedan tidigare känd term (salt) används i exempel B1 i ett nytt sammanhang, vilket får eleven att reagera och tvivla på om det är samma term, eller om han kanske hört fel. Termen ger med andra ord upphov till flera interaktionserbjudanden och *medierar då på ett okanaliserat sätt*, vilket leder till att ett mellanrum uppmärksammas. Det uppmärksammade mellanrummet, som dessutom inte fylls utan får dröja kvar, fungerar som ett s.k. *distraherande mellanrum*, dvs. det stjälar uppmärksamhet från vad som egentligen ska göras och kan sannolikt störa etablerandet av andra påföljande relationer, som t.ex. vad som ska göras med saltet. Detta distraherande mellanrum behöver fyllas för att eleven ska kunna gå vidare, exempelvis med en relation till det salt som används i matlagning. Det är viktigt att som lärare vara lyhörd<sup>142</sup> för sådana distraherande mellanrum och att betona såväl skillnader som likheter mellan skolans naturvetenskapliga språkspel och det mer vardagliga språkspellet för att undvika sådana distraherande mellanrum. När det distraherande mellanrummet väl är uppmärksammat gäller det sedan för läraren att hjälpa eleverna att etablera relevanta relationer.

Stundom tycks de kända termernas innebörder vara så självklara att de inte ifrågasätts alls, som t.ex. termen ”skal” ovan (B2). För eleven i fråga *medierar termen då på ett kanaliserat, men i sammanhanget inkorrekt sätt*, vilket leder till att distraherande mellanrum uppmärksammas. För eleven finns med andra ord bara ett interaktionserbjudande, vilket gör att eleven tolkar termen som han är van att göra från andra språkspel. Av exemplet ser man att elever kan behöva hjälp att etablera en relation till att det handlar om olika språkspel och vad termerna kan innebära i de olika fallen, för att antingen undvika att dessa distraherande mellanrum uppkommer eller för att fylla dem, så att de inte dröjer kvar. Det kan även vara viktigt för läraren att

---

<sup>142</sup> Jfr. didaktisk fingertoppskänsla, kap 10.

tänka på att de distraherande mellanrummen kanske inte alltid explicitgörs och att de därför dröjer kvar.

Vissa specifikt naturvetenskapliga termer har eleverna hört tidigare i liknande sammanhang (B3), t.ex. i hemmets språkspel om elektricitet eller inom andra delar av skolans naturvetenskapliga språkspel. Det gör att termerna tillfälligt kan ge upphov till ett enda interaktionserbjudande och därmed *mediera kanaliserat, men på ett i sammanhanget inkorrekt sätt*. I de givna exemplen tycks eleverna testa att använda de termer de hört eller läst om i de nya sammanhang som de tror att termerna kan passa in i.

Språket fungerar som medierande resurs, men inte alltid på det sätt läraren hade som syfte. Språkets medierande funktion beror tydligen på vilka interaktionserbjudanden som är tillgängliga och därmed på t.ex. tidigare erfarenheter, men även på vad som explicitgörs i uppgiften och av läraren<sup>143</sup>.

***C. En naturvetenskaplig term är känd och används på ett i språkspelet korrekt sätt***

När elever har tidigare erfarenheter från skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet kan de naturvetenskapliga termerna mediera på ett kanaliserat och korrekt sätt (C1). För en elev med mindre erfarenheter från språkspelet kan hjälp från någon mer erfaren person leda till att språket medierar på ett mer kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt (C2).

**C1. En naturvetenskaplig term och dess innebörd i det nya språkspelet är känd sedan tidigare och används utan hjälp**

Det förekommer att en del elever har tidigare erfarenheter av termerna och hur de bör användas i det nya språkspelet.

**Exempel 1: Serie- eller parallellkoppling I**

Calle och Lina<sup>144</sup> kopplar olika elektriska komponenter efter ett kopplingschema och svarar på de frågor som står i laborationsinstruktionerna.

Calle: ... (Läser högt:) ”Är batterierna serie- eller parallellkopplade?”

Lina: Det är dom här frågorna? (Pekar i häftet)

<sup>143</sup> Jfr. avsnitt 7.2 vad elever fokuserar.

<sup>144</sup> Se tabell 7.4, Skola B, laboration 3.

Calle: Det är serie... ja.... (skriver) batterierna är seriekopplade...

Calle läser en fråga i laborationsinstruktionen högt. Lina uppmärksammar då ett mellanrum och försöker själv fylla det angående vilka frågor som är aktuella. Calle svarar själv först på den lästa frågan, sedan på Linas påstående och upprepar därefter svaret på den lästa frågan, ”batterierna är seriekopplade”. För Calle finns i denna situation endast ett sätt att tolka och benämna elkretsen. Medieringen är med andra ord kanaliserad på ett i språkspelet korrekt sätt.

## **C2. En naturvetenskaplig term är känd och används i sammanhanget korrekt med hjälp**

Ibland kan en i språkspelet mer erfaren elev och/eller läraren hjälpa en mindre erfaren elev att etablera relevanta relationer, så att en term kan mediera på ett mer kanaliserat och korrekt sätt.

### **Exempel 1: Serie- eller parallellkoppling II**

Följande exempel är en direkt fortsättning på föregående samtal mellan Lina och Calle:

Lina: Det här är väl parallellkoppling?  
 Calle: Nej, serie.  
 Lina: ... det är det inte  
 Calle: Jo, det (visar i häftet) är parallellkoppling.  
 Lina: Nej ... här står parallellkoppling... när det är så. När dom är efter varandra så är det så...  
 Calle: (ohörbart)  
 Lina: Jaha! Parallell då tänker jag att det är på en rad efter varandra... (skriver) seriekopplade...  
 Calle: Okej (läser högt) ”Hur är lamporna kopplade?” Dom är (ohörbart) kopplade.  
 Lina: Vad är det du säger... människa?  
 Calle: De är också seriekopplade.  
 Lina: Ja, dom här under varandra nu... nej, parallellkoppla... nej, dom är seriekopplade nu... nej, dom är parallellkopplade.  
 Calle: Nej!  
 Lina: Jo, för dom är under...  
 Calle: (ohörbart) Dom är i den raden (ohörbart)  
 Lina: Jaha ... (ohörbart) ah ba (ohörbart)

Calle: Du kan ju titta här (visar i häftet)

I den avslutande turen i föregående exempel (C1), säger Calle att ”batterierna är seriekopplade”. Lina uppmärksammar då ett mellanrum, ”Det här är väl parallellkoppling?” (första turen i C2). Termen parallellkoppling ger för henne upphov till endast ett interaktionserbjudande, dvs. termen *medierar kanaliserat, men inkorrekt* i den här situationen. Efter en stunds diskuterande om vad de olika termerna står för tycks Lina ha blivit övertygad och etablerar en relation till att det är seriekoppling. Calle går då vidare och läser nästa fråga om hur lamporna är kopplade. Han etablerar relationen att ”de är också seriekopplade”. Lina blir då tveksam och uppmärksammar mellanrum. Termerna tycks *mediera okanaliserat* och ge upphov till flera interaktionserbjudanden i mötet. Efter en stunds diskuterande visar Calle en figur i häftet. Lina säger något ohörbart sedan går de vidare till nästa fråga.

En stund senare stannar läraren till vid deras bänk, pekar på en koppling och frågar:

Läraren: ... Hur är dom kopplade då?  
 Lina: Dom är... seriekopplade.  
 Läraren: Ja  
 Lina: Fast jag tänker parallell så tänker jag jämte varandra.  
 Läraren: Ja  
 Lina: För jag tänker så här parallellklass ungefär...  
 Läraren: Ja precis, jodå...  
 Lina: ... men parallellklass är ju... men det är ju dom som är jämte varandra.  
 Läraren: ... precis, det är dom ju här... t ex här är dom ju jämte varandra...  
 Lina: Ja, men jag tänkte...  
 Läraren: ... men här är dom ju... efter varandra...  
 Calle: Serie  
 Lina: Ja  
 Läraren: Ja, i serie  
 Lina: Ja, i en serie var det ju efter varandra...  
 Läraren: Ja, precis  
 Lina: Okej. (Läser högt) ”Vad visar voltmeter?”

Läraren försöker uppmärksamma eleverna på ett mellanrum om hur några komponenter är kopplade. Lina funderar och svarar sedan ”Dom är... se-

riekopplade”, vilket läraren konfirmerar. Lina tycks dock fortfarande vara lite tveksam, mellanrummet tycks dröja kvar sedan tidigare. Det finns tydligen flera interaktionserbudanden att välja mellan, dvs. en eller flera frihetsgrader tycks finnas. Lina pratar om hur hon jämför parallellkoppling med parallellklasser, dvs. hur den språkliga termen bör mediera på ett kanaliserat sätt. Läraren försöker hjälpa henne att etablera relationer genom att visa hur komponenterna står parallellt respektive i serie. Calle försöker också hjälpa till att fylla mellanrummet genom att säga ”serie” när läraren talar om att komponenterna är efter varandra. Lina etablerar till slut relationen att ”i en serie var det ju efter varandra”, vilket läraren konfirmerar. Mellanrummet tycks därmed vara fyllt, vilket hon visar genom att säga ”okej” och sedan fortsätta att läsa nästa fråga, dvs. hon går vidare i handlingen.

### ***Kommentar***

För eleven Calle, som tycks ha tidigare erfarenheter av liknande kopplingar (som i C1 och C2) och därmed delvis känner till språkspelet, medierar termerna ”serie- och parallellkoppling” på ett *kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt*. Det innebär att det inte finns några tolkningsalternativ att välja mellan angående respektive koppling och därmed finns *inga frihetsgrader*. Några mellanrum angående innebörden i termerna uppmärksammas därför inte, vilket innebär att Calle kan använda termerna *utan hjälp*.

Termerna ”serie- och parallellkoppling” bygger på analogier, som skulle kunna vara till hjälp vid tolkningen av dem, dvs. vid språkets mediering, men beroende på vilka interaktionserbudanden som är tillgängliga kan språket även mediera på ett i situationen inkorrekt sätt. Elever som har mindre erfarenhet av språkspelet i fråga kan då uppmärksamma mellanrum angående innebörden av termerna. Ovanstående exempel (C2) visar hur elever som är mer erfarna inom språkspelet, liksom läraren, kan hjälpa mindre erfarna elever i möten med naturvetenskapliga termer som för dessa ger upphov till flera interaktionserbudanden. Med hjälp kan med andra ord språket mediera på ett mer kanaliserat och relevant sätt<sup>145</sup>.

---

<sup>145</sup> Jämför även resultat från kapitel 8 där artefakter kan mediera på ett kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt med hjälp från såväl mer erfarna elever som lärare. I kapitel 10 beskrivs mer utförligt hur läraren kan hjälpa elever så att artefakter, språk och experiment medierar på ett mer kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt.

## 9.2 Sammanfattning

Språket är en medierande resurs som vi använder för att skapa mening (etablera relationer) när vi samtalar. Inom ett språkspel används t.ex. specifika termer som har en särskild innebörd i just det språkspelet. När vi känner till språkspelet fungerar kommunikationen ofta på ett okomplicerat sätt, men när språkspelet är okänt för någon part kan problem uppstå. För eleverna i den här studien kan lärande om ellära ses som ett möte med ett relativt nytt och okänt språkspel, dvs. de håller på att tillägna sig ett nytt sätt att tala och handla. Ibland kan deras möte med elläran till och med beskrivas som en form av *språkspelskrock*. Om man som lärare förbiser det kan de s.k. språkspelskrockarna bland annat leda till språkförbistringar av olika slag och därmed hindra det önskade lärandet.

När eleverna under en laboration samtalade om t.ex. artefakter som de inte känner sedan tidigare, benämnde de dem efter bl.a. utseendet och funktionen hos dem. Man kan alltså se att det finns ett behov av att benämna föremål och fenomen för att kunna tala om dem. I situationer där man saknar benämningar på föremål, kan språket användas för att beskriva artefakter till utseende eller funktion, och till och med för att hitta på egna benämningar på artefakterna, s.k. hjälpor (jfr. Rundgren, 2006). Eleverna i den beskrivna situationen uppmärksammade inget explicit mellanrum om hur de aktuella artefakterna benämns inom skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära. Av uppgiften krävdes ingen fokusering på benämning, utan på hur artefakterna skulle kopplas. Man kan med andra ord inte förutsätta att eleverna lär sig t.ex. de naturvetenskapliga benämningarna på artefakter som en följd av att de hanterar dem. Eleverna tycks ha svårt att själva fokusera<sup>146</sup> på något annat än det de explicit har uppmärksammats på, dvs. den uppgift (det problem eller det mellanrum) de uttryckligen fått.

Nya termer behöver ibland introduceras av läraren. Att t.ex. tala om att ”strömmen möter motstånd” är i sig nytt för eleverna. Att dessutom benämna detta fenomen med ytterligare en ny term, ”resistans”, är inte något som eleverna har möjlighet att efterfråga. Det är svårt att uppmärksamma mellanrum om något man inte känner till. Utgår man ifrån att elever själva ska komma på och ställa alla frågor (uppmärksamma mellanrum) kan etablerande av viktiga relationer missas. Läraren har med andra ord en viktig funktion i att hjälpa elever att uppmärksamma vissa *önskade mellan-*

---

<sup>146</sup> Jämför. kapitel 7.2 om fokusering

rum.<sup>147</sup> Detta kan emellertid göras på många olika sätt, vilket jag återkommer till i kapitel 10.

En del termer som används inom ellära är desamma, och har samma innebörd, som termer som används i mer vardagliga sammanhang och kan därmed förmodas vara kända sedan tidigare för eleverna. Det innebär dock inte att man som lärare kan ta för givet att termen har ett enda interaktionserbjudande och att den därmed medierar kanaliserat och i språkspellet korrekt och att eleverna därför tolkar termerna så som det är vanligt att göra i andra, mer vardagliga, språkspel. Elever förväntar sig ibland att allt inom naturvetenskapen ska vara annorlunda än i andra språkspel. En tidigare känd term, som t.ex. salt, kan då ge upphov till flera interaktionserbjudanden och därmed mediera okanaliserat, vilket kan leda till att mellanrum uppmärksammas av eleven. Då läraren inte är beredd på eller kan hjälpa eleven direkt kommer mellanrummet att kunna dröja kvar och distrahera eleven (*distraherande mellanrum*) och därmed eventuellt hindra eleven från att uppmärksamma de *önskvärda mellanrum* som läraren har som syfte att försöka uppmärksamma eleverna på. Eleven kan därmed få svårt att gå vidare i handlingen och att etablera de relevanta relationer läraren hade för avsikt att eleverna skulle etablera, dvs. även andra relationer kan då hindras från att etableras.

Det finns även termer inom skolans naturvetenskapliga språkspel som är desamma som i mer vardagliga sammanhang, men som har en annorlunda innebörd inom det nya språkspellet. Dessa termer och deras innebörd kan av elever tyckas så självklara att det bara finns ett enda interaktionserbjudande att välja för eleven och termen medierar därmed *kanaliserat*, men i det nya språkspellet på ett inkorrekt sätt. Det är med andra ord otydligt för eleverna att det handlar om ett annat sätt att tala om, hantera och se på världen – ett annat språkspel. En sådan tidigare känd term, som t.ex. ”skal” ovan, tas då för given och används av eleven på samma sätt som i tidigare kända språkspel, trots att termen har en något annan innebörd i skolans naturvetenskapliga språkspel. Även här kan man tala om *distraherande mellanrum*, dvs. ett mellanrum som uppmärksammas men inte fylls med någon relevant relation, utan distraherar eleven i dennes fortsatta lärande i situationen. Läraren<sup>148</sup> i exemplet inser inte riktigt vad eleven frågar om och kan därmed inte heller hjälpa eleven att fylla mellanrummet, som med andra ord får dröja kvar.

---

<sup>147</sup> Se kapitel 6 och 10

<sup>148</sup> Jämför kapitel 10, lärares *didaktiska fingertoppskänsla*.

I vissa fall känner eleven till en naturvetenskaplig term sedan tidigare, kanske från hemmet, men inte dess korrekta innebörd inom skolans naturvetenskapliga språkspel. Det förekommer då att termen tycks mediera på ett kanaliserat, men inkorrekt sätt, vilket bland annat kan ses som att elever blandar ihop termer, t.ex. watt och volt.

Det finns också termer inom skolans språkspel om ellära som är helt nya för en del elever, vilket innebär att deras innebörd ibland kan ge upphov till flera interaktionserbudanden att välja mellan, ibland med uppmärksammade mellanrum som följd. För andra elever, som har tidigare erfarenheter av språkspelet, kan språkspelspecifika termer (som t.ex. serie- och parallellkoppling) mediera på ett kanaliserat och korrekt sätt, dvs. det finns bara ett enda interaktionserbudande att välja på. Elever som inte har tidigare erfarenheter av språkspelet ifråga kan då med hjälp av dessa mer erfarna elever och/eller läraren etablera i sammanhanget relevanta relationer. Med stöd och hjälp av mer erfarna personer kan termer med andra ord mediera på ett mer kanaliserat och korrekt sätt, så att antalet interaktionserbudanden och därmed antalet frihetsgrader kan minimeras.

## 10 LÄRAREN SOM STÖD I ELEVERS MÖTEN MED SKOLANS NATURVETENSKAPLIGA SPRÅKSPEL

Av de ovanstående analyserna kan man se att i möten med de medierande resurserna artefakter och språk, uppmärksammar eleverna ofta mellanrum. De mellanrum som uppmärksammas fyller eleverna ibland själva eller tillsammans med någon mer erfaren elev, men många gånger frågar de läraren till råds. Lärande och ”undervisning” hör nära ihop med varandra i meningsskapande processer i skolpraktiken. Det innebär att lärarens stödjande roll studeras bäst *in situ* i elevers lärsituationer av olika slag där läraren är närvarande. I klassrummet omges eleverna av medierande resurser, främst i form av artefakter och språk, och i möten med dessa stöter eleverna många gånger på problem av olika slag. Ett behov av hjälp för att kunna använda och tolka de medierande resurserna på ett i språkspelet relevant sätt uppstår då, varvid läraren många gånger behövs som stöd.

För att belysa lärarens roll för elevers meningsskapande i mötet med ett nytt språkspel fokuseras i detta kapitel elevers möten med medierande resurser inom språkspelet då de behöver lärarens stöd och hjälp för att tolka dessa och därmed för att kunna gå vidare i sina handlingar. I det första avsnittet beskrivs hur möten med medierande resurser kan se ut då eleverna behöver hjälp av läraren. I det andra avsnittet beskrivs några exempel på hur/på vilka sätt läraren kan hjälpa och stödja eleverna i deras meningsskapande processer i dessa möten.

### 10.1 Möten då läraren behövs

I de fall eleverna i det studerade materialet har visat behov av läraren handlar det främst om att de behöver hjälp för att tolka medierande resurser, dvs. för att etablera relationer, se samband och därmed för att skapa mening i möten med dessa resurser, så att de kan gå vidare i sina handlingar. I mitt material har jag funnit fyra olika fall då eleverna kan behöva hjälp och stöd av läraren i sådana möten:

- A. för att kunna tolka skriftliga instruktioner
- B. för att kunna upptäcka och urskilja samband mellan *en* naturvetenskaplig resurs (eller fenomen) och dess mening/innebörd eller hantering
- C. för att kunna upptäcka och urskilja samband mellan *olika* naturvetenskapliga resurser (och/eller fenomen) och deras respektive mening
- D. för att kunna upptäcka och urskilja olika slags språkspel.

### ***A. Att tolka skriftliga instruktioner***

Skriftliga laborationsinstruktioner kan ibland vara svåra att förstå. Lärarens muntliga förklaring kan då behövas för att etablera relationer så att elevernas arbete kan fortsätta.

#### **Exempel 1: Relationer saknas mellan den skriftliga instruktionen och vad som ska göras**

I mötet med den skrivna laborationsinstruktionen kring en laboration<sup>149</sup> med artefakter och symboler i ett kopplingsschema uppmärksammar Axel och John några mellanrum och behöver läraren Bertils hjälp för att komma vidare (John var inte med vid lärarens muntliga instruktioner lektionen innan).

Axel: Nej, kolla här, Bertil, kom nu.

Läraren: Mm

Axel: Vi skulle hoppa det sa du? (Pekar på papperet.)

Läraren: Mm

Axel: Då ska vi göra sådana här kopplingsscheman.

Läraren: Ja, vi kan göra så att vi... vi kan hoppa över... vi har inte så mycket batterier just nu såg jag, dom har tagit slut många så vi hoppar över den... så gör vi den. Vi ska göra kopplingsschema för den första där till exempel, den där, va. (Pekar på bild på papperet.)

John: Jag förstår inte vad kopp... kolla här. (Visar papperet.)

Läraren: Nej, titta på andra sidan där...

John: Kolla här... ja

Läraren: Har du tittat i din bok?

John: Men jag... jag fattar ju inte.

Axel: Den hör ihop med den bilden. (Pekar på bilden.)

<sup>149</sup> Se tabell 7.4, Skola B, laboration 3.

- Läraren: Nej, den hör inte ihop med den, det stämde inte riktigt där så vi får göra på ett annat sätt istället där. Att ni ska göra ett kopplingsschema, här ser man... (visar ett kopplingsschema, dvs. en form av artefakt på papperet) ett kopplingsschema, det ni ska...
- John: Vad är det här för nåt (pekar på kopplingsschemat), är det sladdarna eller...
- Läraren: Ja, just det. Du var ju inte med förra gången...
- Axel: Där är lampan. (Pekar på symbolen för lampan i kopplingsschemat.)
- Läraren: Ja, då gick vi igenom det, vad dom betydde dom här symbolerna. Det här är batteri, det här är lampa. (Pekar på symbolerna i kopplingsschemat.) Det är vad som ingår i eran... koppling... eran krets som det här är. Kan ni rita det.
- John: Jaha!
- Läraren: Sen har ni en strömbrytare med istället, kan ni rita ut en sån.
- John: Ja, men vad...
- Läraren: Axel har symbolerna i sin bok sen.
- John: Vad är det vi ska rita nu?
- Läraren: Ni ska rita ett kopplingsschema... för...
- John: För vilken?
- Läraren: Den, för den och för den... (Pekar på bilder på papperet.)

Eleverna har stött på problem i mötet med de skriftliga instruktionerna och påkallar lärarens uppmärksamhet. Axel vill få bekräftat att de ska hoppa över ett visst moment. Läraren konfirmerar det sagda. Axel fortsätter sedan att etablera relationen att "Då ska vi göra sådana här kopplingsscheman". Läraren konfirmerar åter Axels utsaga, med en relation till att batterierna tagit slut och en upprepning av Axels yttrande om att man ska göra kopplingsscheman. John har uppmärksammat ett mellanrum angående kopplingsscheman. Axel försöker hjälpa honom att fylla mellanrummet, men läraren inser då att här finns ett mellanrum i samtalen och visar till slut ett kopplingsschema på papperet. John uppmärksammar då ett mellanrum angående strecken i kopplingsschemat, men försöker själv etablera en relation till att det är sladdar, vilket läraren bekräftar. Samtidigt etablerar läraren relationen att John inte var med förra gången. Axel och läraren försöker då hjälpa John att etablera relationer. John uppmärksammar då ett mellanrum om vad det är de ska rita, som läraren fyller med en relation till kopplingsschema. Mellanrummet dröjer delvis kvar: "för vilken?". Läraren försöker då etablera relationer genom att peka på de bilder som eleverna ska rita

kopplingscheman för. Man kan i detta exempel även se att mellanrum uppmärksammas angående symbolerna (naturvetenskapliga resurser), vilket egentligen bör räknas till fall B nedan. Anledningen till att mellanrummen angående symbolerna beskrivs ovan är att man här kan se hur behovet av relationer till symbolerna behöver stå fast innan mellanrummen om vad som ska göras kan fyllas.

### ***Kommentar***

I detta möte med artefakter, symboler och skriftliga instruktioner, saknas relationer mellan instruktioner och vad som ska göras med de olika artefakterna och symbolerna. I och med att John inte var med vid genomgången av laborationen, får han svårt att förstå de skriftliga instruktionerna om vad som ska göras. Även Axel, som var med vid lärarens tidigare genomgång, tycks ha svårt att förstå instruktionerna, vilket kan ses i hans inkonsekventa resonemang följt av lärarens reaktion. Axels inkorrekta resonemang får därmed läraren att inse att ett mellanrum finns i samtalet som eleverna ännu inte uppmärksammat, dvs. ett av eleverna *hittills ej uppmärksammat mellanrum*.<sup>150</sup> Instruktioner är regler eller konventioner inom det specifika språkspelet om vad och hur något ska göras och är därför inget eleverna kan känna till av sig själva. Läraren behövs därför för att tydliggöra och tolka instruktionerna när dessa är otillräckliga gentemot elevernas tidigare erfarenheter.

Anmärkningsvärt är också, som exemplet ovan visar, att vissa relationer behöver stå fast för att nya mellanrum ska kunna uppmärksammas. Så länge det uppmärksamade mellanrummet om symbolernas innebörd inte fylls distraherar de, dvs. de utgör *distraherande mellanrum*<sup>151</sup>, och hindrar eleven från att etablera relevanta relationer, i det här fallet om vad som ska göras. Det kan förklara varför elever ibland kan ha svårt att etablera relationer.

### ***B. Att kunna upptäcka och urskilja samband mellan en naturvetenskaplig resurs (eller fenomen) och dess mening/innebörd eller hantering***

I mötet med nya artefakter och deras delar kan det vara svårt att veta hur dessa fungerar och därmed också hur de ska hanteras.

---

<sup>150</sup> Se även kapitel 6

<sup>151</sup> Se även kapitel 6, 8 och 9.

**Exempel 1: Relationer saknas mellan artefakter och deras hantering**

Elvira och Stina försöker under en laboration<sup>152</sup> i mötet med artefakterna glödlampa och batteri utan hållare samt koppartråd att få lampan att lysa. Stina uppmärksammar då ett mellanrum och behöver lärarens hjälp att urskilja delarna på glödlampans sockel för att sedan kunna koppla koppartråden och batteriet så att glödlampans lyser. Hon frågar därför läraren som råkar gå förbi bänken.

Stina: Men räcker det liksom att bara göra så här? Nudda bara så här.

I detta möte med artefakter och hanteringen av dem ges möjlighet till flera interaktionserbjudanden. Eleverna saknar relationer angående artefaktdelarna (glödlampans delar) och deras funktion. De vet därför inte hur de ska hantera artefakterna. För en novis är det svårt att dra korrekta naturvetenskapliga slutsatser om lampans konstruktion, hur den fungerar, hur den ska kopplas och varför, vilket kan göra att mellanrum uppmärksammas och att eleverna kan behöva stöd av läraren (se fortsättningen av samtalet i avsnitt 10.2).

***Kommentar***

Det finns alltså ett behov av någon som känner till skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära och som har en s.k. *didaktisk fingertoppskänsla*<sup>153</sup> för vad eleverna behöver för stöd och hjälp och hur de kan få det i mötet med detta för dem nya språkspel, dvs. det behövs en rationell auktoritet (Weber, 1956). Genom att förklara och visa vad som är relevant att fokusera, observera och erfara angående de medierande naturvetenskapliga resurserna, kan en sådan rationell auktoritet hjälpa elever att fokusera ett enda interaktionserbjudande i mötet med de aktuella artefakterna respektive språket. Därmed kan läraren medverka till att resurserna medierar på ett kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt och att relationer kan etableras till dessa erfarenheter så att handlingen kan gå vidare.

---

<sup>152</sup> Se tabell 7.3, Grupp A2, laboration 1.

<sup>153</sup> Se även avsnitt 10.2 för utförligare beskrivning

***C. Att kunna upptäcka och urskilja samband mellan olika naturvetenskapliga resurser (och/eller fenomen) och deras respektive mening***

I möten med för eleverna tidigare okända resurser, som t.ex. naturvetenskapliga termer<sup>154</sup>, kan eleverna behöva lärarens hjälp för att kunna etablera relationer till dem och deras mening.

**Exempel 1: Relationer saknas mellan termerna attrahera och repellera och deras respektive mening**

Läraren Allan har utfört ett experiment som demonstration och visat hur två ebonitstavar med olika laddning dras till varandra och benämnt fenomenet som ”attraktion”. Experimentet där ebonitstavarna med samma laddning skulle stöta bort varandra fungerade tyvärr inte. Läraren berättade då för eleverna att det fungerar tvärtemot att dras till varandra, och försökte på så sätt få eleverna att uppmärksamma ett mellanrum och fylla det med en relation till hur lika laddningar beter sig i förhållande till varandra. Ronny säger då:

Ronny: Stöter bort varandra.

Läraren: ... och då finns det ju ett sånt där lite finare ord för det också, som börjar på r... jag tror inte att ni har använt det någon gång. (skriver *repellerar* på tavlan) Känner ni igen det?

Elever: Näe.

Läraren: Repellerar.

Ronny etablerar en relation mellan ”lika laddningar” och det mer vardagliga uttrycket ”stöter bort varandra”. I mötet med experimentet och resonemanget om laddningarnas beteende uppmärksammar inte eleverna något explicit mellanrum angående vad ebonitstavarnas respektive laddningarnas reaktion kallas inom det naturvetenskapliga språkspelet. I ett försök att få eleverna att uppmärksamma ett mellanrum om vad detta kan kallas med ett mer naturvetenskapligt språkbruk, inser läraren tydligen att eleverna förmodligen varken använt termen eller ens hört talas om den förut. Läraren försöker därmed uppmärksamma eleverna på mellanrum angående benämningen av det introducerade fenomenet, och sedan hjälpa eleverna att fylla mellanrummet genom att etablera en relation till termen repellera.

---

<sup>154</sup> Se även kapitel 9.

### ***Kommentar***

Läraren försöker hjälpa eleverna att urskilja responsen från ebonitstavarna för att på så sätt få dem att uppmärksamma i sammanhanget relevanta eller *önskvärda mellanrum*<sup>155</sup> angående vad som händer i experimentet (dvs. innebörden av de två fenomenen attraktion och repellering). Med termen *önskvärda mellanrum* menar jag att läraren tycks ha som syfte att eleverna ska uppmärksamma ett specifikt mellanrum, för att sedan kunna fylla det på ett i sammanhanget relevant sätt. Med hjälp av läraren kan eleverna på så sätt tolka experimentet utifrån *ett* interaktionserbjudande, dvs. medieringen blir *kanaliserad*.

Eleverna behöver med andra ord lärarens stöd och hjälp för att se vad som är relevant att urskilja och observera, i detta fall responsen från ebonitstavarna, och därmed för att uppmärksamma i sammanhanget *önskvärda mellanrum* angående vad som händer i experimentet. Läraren behövs också för att hjälpa eleverna att etablera relationer, genom att benämna det de ser på ett naturvetenskapligt korrekt sätt.

### ***D. Att kunna upptäcka och urskilja olika slags språkspel***

En del termer används på olika sätt beroende på vilket språkspel som är aktuellt, vilket framgår av nedanstående exempel<sup>156</sup>.

#### **Exempel 1: Relationer saknas mellan innebörden och benämningen av termerna ”negativ” och ”positiv” i skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet**

Läraren Allan gnider en ebonitstav med en tygbit och säger:

Läraren: Och om jag säger att det fastnar elektroner på den [ebonitstaven], vad får den för laddning då?

Kalle: Positiv.

I skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet är Kalles svar ”positiv” inkorrekt. Termer som ”positiv” och ”negativ” kan användas på olika sätt i olika kontexter och språkspel, dvs. de får olika mening beroende på hur och var de används. Termen ”positiv” kan användas med innebörden att något existerar eller finns där, t.ex. HIV-positiv, och Rh-positiv. Följaktligen kan termen ”negativ” innebära att något saknas. Termen ”positiv” kan också innebära att något är bra, och termen ”negativ” får då motsatt me-

<sup>155</sup> Se även kapitel 6, 8 och 9.

<sup>156</sup> Se även exempel i kapitel 9.

ning. Inom skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet har dock dessa termer en speciell innebörd; termerna ”positiv” och ”negativ” kan då ha att göra med laddningen hos ett föremål i relation till mängden elektroner och protoner. Eleverna behöver därför hjälp att urskilja hur termerna används inom skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet (Se fortsättning av samtalet i avsnitt 10.2).

### ***Kommentar***

Läraren försöker få Kalle att uppmärksamma ett *önskvärt mellanrum* angående ebonitstavens laddning, genom att försöka beskriva ett interaktionserbjudande, där elektroner fastnar på ebonitstaven, och därmed *kanalisera* experimentets mediering. Benämningar och definitioner är sociala konventioner inom ett språkspel och är ingenting som en novis kan känna till av sig själv. Av detta resonemang blir det uppenbart att elever kan behöva hjälp av t.ex. läraren, med sin *didaktiska fingertoppskänsla*<sup>157</sup>, för att synliggöra och uppmärksamma att det finns olika slags språkspel, för att kunna se och förstå att termer kan ha olika innebörd i olika kontexter.

## **10.2 Lärarens stöd i elevers meningsskapande**

I detta avsnitt beskrivs hur läraren kan hjälpa och stödja elever i deras meningsskapande processer. Dessa meningsskapande processer kan sägas bestå av minst två delar (Dewey, 1925/1958): att se problemet, eller uppmärksamma mellanrum, och att lösa problemet, eller fylla mellanrummet och på så sätt etablera relationer. Det visar sig vid närmare analys av lärarens kommunikation med eleverna att lärarens stöd och hjälp främst handlar om dessa två delar av meningsskapandeprocessen. Läraren kan hjälpa eleverna på ett *indirekt* sätt (A), genom att t.ex. hjälpa dem att se problemet, dvs. att uppmärksamma mellanrum, så att eleverna (själva) kan fylla de uppmärksammade mellanrummen. Läraren kan också hjälpa eleverna på ett *direkt* sätt (B), genom att läraren visar på de relevanta relationer som kan fylla mellanrummen på ett i språkspelet korrekt sätt:

### **A. Läraren ger indirekt hjälp/stöd till att etablera relationer med hjälp av medierande resurser, t.ex. genom att:**

- A1. Läraren hjälper elever att urskilja medierande resurser och att uppmärksamma s.k. *önskvärda mellanrum*

---

<sup>157</sup> Se även avsnitt 10.2 för utförligare beskrivning.

A2. Läraren hjälper elever att uppmärksamma inkonsekvens i sina egna resonemang

A3. Läraren konfirmerar relationer som elever etablerat i tal eller handling

**B. Läraren ger direkt hjälp/stöd till att etablera relationer med hjälp av medierande resurser, t.ex. genom att:**

B1. Läraren använder främst språket för att förklara

B2. Läraren använder artefakter för att förklara

B3. Läraren använder experiment för att förklara

**A. Indirekt hjälp/stöd**

I nedanstående exempel kan man se hur läraren kan bistå eleverna indirekt i deras meningsskapande, dvs. vara ett stöd eller hjälp för att underlätta för eleverna på deras väg till att själva etablera naturvetenskapligt relevanta relationer. Detta kan ske genom att hjälpa eleverna t.ex. att urskilja medierande resurser och därmed uppmärksamma s.k. önskvärda mellanrum (A1), att uppmärksamma inkonsekvenser i sitt resonemang (A2), eller att konfirmera elevernas redan etablerade relationer (A3).

**A1. Läraren hjälper elever att urskilja medierande resurser och att uppmärksamma s.k. önskvärda mellanrum**

När något ska introduceras eller förklaras, kan man ibland se hur läraren försöker få eleverna att urskilja t.ex. naturvetenskapliga medierande resurser och på så sätt initiera problem eller frågor. Läraren försöker med andra ord få eleverna att uppmärksamma s.k. *önskvärda*<sup>158</sup> *mellanrum*, för att göra det möjligt att sedan etablera nya relationer. Genom att t.ex. ställa frågor, visa artefakter eller visa experiment (dvs. medierande resurser), försöker läraren få elever att uppmärksamma dessa önskvärda mellanrum.

**Exempel 1: Med hjälp av frågor**

Klassen diskuterar varifrån man kan få elektricitet.

Läraren: ... om vi nu inte har något vägguttag som är anslutet till elnätet... vad kan vi då få elektricitet ifrån?

---

<sup>158</sup> Jämför även avsnitt 6.2.4 och 10.1.

Läraren försöker med hjälp av en fråga att få eleverna att uppmärksamma ett mellanrum, för att *indirekt* göra det möjligt för dem att etablera relationer till hur man kan få elektricitet på andra sätt än genom elnätet.

**Exempel 2: Med hjälp av artefakter**

Läraren håller en resistor i sin hand, vilket får Albin att reagera.

Albin: Vad är det?

Läraren försöker med hjälp av artefakten resistorn få eleverna att uppmärksamma ett *önskvärt mellanrum* och på så sätt *indirekt* hjälpa dem att etablera relationer om vad det är för ett föremål. (samtalet fortsätter i avsnitt 10.2).

**Exempel 3: Med hjälp av experiment**

I avsnitt 10.1D ovan har läraren visat ett experiment för att få eleverna att urskilja, och på så sätt uppmärksamma mellanrum om, vad som händer när en ebonitstav gnids med en tygbit och sedan närmas till en annan ebonitstav med samma eller olika laddning. På så sätt kan ett experiment leda till att eleverna uppmärksammar mellanrum, och därmed *indirekt* får hjälp att etablera relationer, om varför resultatet i experimentet blir som det blir.

***Kommentar***

Genom att ställa frågor eller visa artefakter och experiment försöker läraren indirekt få eleverna att fokusera på *ett* interaktionserbjudande och därmed kanalisera resursernas mediering för att på så sätt underlätta för eleverna att etablera relationer. Det handlar med andra ord om att initiera ett problem eller mellanrum (jfr. IRF/IDRF). Det innebär att läraren kan hjälpa eleverna att uppmärksamma vad som tycks vara *önskvärda mellanrum*, dvs. mellanrum som verkar behöva uppmärksammas för att specifika relationer så småningom ska kunna etableras. Läraren kan på så sätt *indirekt* få eleverna att själva etablera relationer och därmed underlätta deras lärande. Läraren tycks därmed behöva en *didaktisk fingertoppskänsla* eller lyhördhet i situationen för vilka mellanrum eleverna själva uppmärksammat och vilka önskvärda mellanrum de behöver uppmärksamma för att kunna etablera i språkspelet korrekta relationerna.

## A2. Läraren hjälper elever att uppmärksamma inkonsekvens i sina egna resonemang

När eleverna tycks ha etablerat naturvetenskapligt inkorrekt<sup>159</sup> relationer, försöker läraren ibland hjälpa dem att uppmärksamma inkonsekvensen i resonemanget. Det kan ske genom att t.ex. ställa frågor, visa artefakter eller genom att göra eleverna medvetna om de implicita regler som kan gälla i skolans språkspel.

### Exempel 1: Med hjälp av frågor

Tidigare<sup>160</sup> hade läraren försökt få eleverna att uppmärksamma vilken laddning en ebonitstav får om ”elektroner fastnar” på den. Kalle svarade då naturvetenskapligt inkorrekt ”positiv”. För att få Kalle att uppmärksamma inkonsekvensen i det sagda ställer läraren en ledande fråga:

Läraren: Vilken laddning har elektronerna?

Kalle: Negativ.

Läraren: Dom är negativa och om det flyttas elektroner från tyget till den här...?

Läraren försöker med andra ord få Kalle att uppmärksamma ett av honom *hittills ej uppmärksammat mellanrum* (jfr. IRF). Kalle kan därmed inse och uppmärksamma det inkorrekt i sitt svar och därmed få möjlighet att revidera sitt resonemang och därmed *indirekt* få hjälp att etablera en ny relation.

### Exempel 2: Med hjälp av artefakter

Axel har försökt att etablera en relation mellan ett kopplingsschema och en bild i instruktionspapperet: ”... den hör ihop med den bilden”. Läraren tolkar tydligen Axels yttrande som en inkorrekt relation eller som ett av Axel hittills icke uppmärksammat mellanrum.

Läraren: Nej, den hör inte ihop med den, det stämde inte riktigt där så vi får göra på ett annat sätt istället där. Att ni ska göra ett kopplingsschema, (visar ett kopplingsschema, dvs. en form av artefakt på papperet) här ser man... ett kopplingsschema...

<sup>159</sup> Jämför även s.k. misconceptions eller s.k. alternativa idéer som diskuteras i kapitel 11.

<sup>160</sup> Se avsnitt 10.1, D, exempel 1.

Med hjälp av artefakten kopplingsschemat kan läraren hjälpa Axel att uppmärksamma den inkorreakta relationen, eller det hittills ej uppmärksammade mellanrummet, och därmed *indirekt* hjälpa honom att revidera den etablerade relationen.

**Exempel 3: Genom att visa på regler som kan finnas i skolans allmänna språkspel**

Läraren har just frågat eleverna om ett negativt laddat föremål har för mycket eller för lite elektroner.

Kaj: ... för lite...

Läraren: ... [tystnad]... Nu sa jag ju ingenting när du sa för lite där, alltså bör det ju vara ...

Med hjälp av "tystnad" och en kommentar om det, försöker läraren få Kaj att uppmärksamma inkonsekvensen i det han sagt, dvs. att uppmärksamma ett hittills ej uppmärksammat mellanrum. På så sätt försöker läraren att få Kaj att uppmärksamma den naturvetenskapligt inkorreakta relationen för att på så sätt *indirekt* göra det möjligt för Kaj att etablera en mer naturvetenskapligt korrekt relation.

***Kommentar***

I vissa situationer för elever ett i språkspelet inkonsekvent resonemang, dvs. de har etablerat naturvetenskapligt inkorrekt<sup>161</sup> relationer. De tycks med andra ord ha funnit endast interaktionserbudanden som *medierar kanaliserat*, men i sammanhanget *inkorrekt*. Läraren försöker då ibland hjälpa eleverna att uppmärksamma inkonsekvensen i resonemanget, dvs. försöker möjliggöra för eleverna att se flera interaktionserbudanden, vilket kan sägas vara ett försök att få dem att uppmärksamma *hittills ej uppmärksammade mellanrum*. Det görs tydligt på ett *indirekt* sätt för att göra det möjligt för eleverna att etablera nya, mer korrekta naturvetenskapliga relationer. Även här tycks en *didaktisk fingertoppskänsla* behövas, bl.a. för att se vilka relationer eleverna har etablerat korrekt respektive inkorrekt i situationen.

---

<sup>161</sup> Jämför även s.k. misconceptions eller s.k. alternativa idéer som diskuteras i kapitel 11.

### **A3. Läraren konfirmerar relationer som elever etablerat i tal eller handling**

När eleverna har dragit en slutsats – etablerat en relation – men fortfarande är lite osäkra på den, kan lärarens konfirmerande vara ett stöd och indirekt medverka till att eleverna kan etablera relationen. Konfirmerandet kan ske genom att läraren t.ex. håller med eleverna, upprepar elevernas yttranden eller utgår från elevernas yttranden.

#### **Exempel 1: Genom att hålla med**

Nisse etablerar en relation när han säger ”kärnkraftverk eller nåt sånt där” som svar på lärarens fråga om varifrån man kan få elektricitet. Läraren konfirmerar svaret:

Läraren:     Ja, just det...

Genom att hålla med om det eleven sagt (eller gjort), dvs. om den relation eleven etablerat, hjälper läraren *indirekt* till med att etablera relationen.

#### **Exempel 2: Genom att upprepa**

Kalle har i samtalet med läraren etablerat en relation mellan ”elektron” och ”negativt laddad”, varvid läraren upprepar vad Kalle sagt:

Läraren:     De [elektronerna] är negativa...

I detta fallet konfirmerar läraren relationen när han upprepar vad Kalle sagt. På så sätt hjälper läraren *indirekt* till att etablera relationen.

#### **Exempel 3: Genom att utgå från elevernas yttranden**

Stina har etablerat en relation till att när man gnider en ebonitstav med en tygbit blir staven laddad. Detta konfirmeras av läraren:

Läraren:     Och om jag säger att det fastnar elektroner på den, vad får den för laddning då?

Läraren konfirmerar, och hjälper *indirekt* till att etablera relationen, genom att han fortsätter samtalet med utgångspunkt från elevens svar.

### ***Kommentar***

Det förekommer i olika situationer att elever provar att etablera en relation, dvs. de har fokuserat ett interaktionserbjudande från någon resurs som därmed medierar *kanaliserat*. Läraren kan då *indirekt* hjälpa eleverna att etablera dessa relationer, genom att konfirmera dem om de är i sammanhanget korrekta.

### ***B. Direkt hjälp/stöd***

I nedanstående exempel kan man se hur läraren bistår eleverna mer direkt i deras meningsskapande genom att försöka hjälpa dem att etablera naturvetenskapliga relationer, dvs. försöka hjälpa dem att relatera den nya erfarenheten till tidigare erfarenheter. Många gånger handlar det om att eleverna har uppmärksammat ett mellanrum som de behöver hjälp för att fylla. Läraren kan då på olika sätt visa mer direkt på de naturvetenskapligt relevanta relationerna som kan fylla de uppmärksammade mellanrummen, genom att t.ex. använda medierande resurser som språket (B1), artefakter (B2) eller experiment (B3) för att förklara.

#### **B1. Läraren använder främst språket för att förklara**

När eleverna saknar relationer eller när relationerna är i språkspellet inkorrekta, kan läraren försöka hjälpa eleverna *direkt* att etablera i sammanhanget relevanta relationer genom att förklara med hjälp av det verbala språket. Det kan vara genom att t.ex. svara på elevers frågor och berätta eller exemplifiera något.

#### **Exempel 1: Genom att svara på frågor och berätta**

I möten med t.ex. nya artefakter kan läraren behövas för att *direkt* försöka hjälpa elever att etablera relationer genom att berätta t.ex. hur en artefakt benämns (och kanske varför), men också, som i detta fallet (som är en fortsättning av samtalet i 10.2, A1, exempel 2) med en resistor, berätta hur den används i en elektrisk kontext:

Läraren Allan håller en resistor i handen.

Albin: Vad är det för något?

Läraren: Det är en resistor... Som man kan göra för att minska strömmen då i en krets...

Albin: Varför ska man minska strömmen?

Läraren: Ja, ibland om man har en viss uppkoppling, så kanske man har olika grejer inkopplat och dom tål olika mycket. Får dom

för mycket ström, blir det för varmt och då går en del grejer sönder och då om man har, när man har kopplat så kan man i en del av kretsen koppla in en resistor, så sänker man strömmen, så behöver man inte koppla till fler batterier eller byta strömkälla eller så där. Då kan man använda samma strömkälla, men få olika mycket ström i olika delar av en apparat... (går runt och visar resistorn)...

Så fort läraren visar artefakten resistorn uppmärksammar Albin ett mellanrum om vad det är för något. Läraren får då tillfälle att direkt fylla mellanrummet med en relation till benämningen resistor. Läraren fortsätter att försöka etablera en relation till dess användningsområde i en elektrisk krets. Albin uppmärksammar då ett mellanrum om varför man ska minska strömmen i en krets. Läraren försöker då att direkt etablera en relation till att vissa elektriska komponenter inte tål så mycket ström och att resistorn då kan användas för att skydda dessa komponenter genom att den kan minska strömmen.

#### **Exempel 2: Genom att exemplifiera**

I en diskussion där eleverna försökte att etablera relationer till varifrån vi får elektricitet, men tydligen inte själva etablerade tillräckligt med relevanta relationer, försökte läraren Allan hjälpa dem att *direkt* etablera relationer till fler exempel på elproducenter:

Läraren: ... vattenkraftverk i Norrland, vindkraftverk...

Genom att läraren i det här fallet hjälper till att ge exempel kan han hjälpa eleverna på ett mer direkt sätt att etablera naturvetenskapligt relevanta relationer.

#### ***Kommentar***

Genom att svara på elevers frågor (dvs. etablera relationer till elevers uppmärksammade mellanrum) och berätta t.ex. hur något fungerar, eller genom att ge exempel på olika företeelser, kan läraren försöka hjälpa eleverna att sätta de nya erfarenheterna i ett känt sammanhang. Därmed kan läraren hjälpa eleverna att fokusera på relevanta interaktionserbjudanden och på så sätt medverka till en kanaliserad mediering. Med sin *didaktiska fingertoppskänsla* för vad eleverna behöver i situationen för att fylla ett mellan-

rum och hur de kan tillägna sig det, kan läraren på ett *direkt* sätt försöka hjälpa elever att etablera i sammanhanget relevanta relationer.

## **B2. Läraren använder artefakter för att förklara**

När eleverna inte kan fortsätta med sina förehavanden på egen hand, t.ex. under en laboration, utan uppmärksammar mellanrum, kan de behöva *direkt* hjälp av läraren för att veta vad som ska göras och/eller hur något ska göras. Ibland händer det då att läraren kompletterar den muntliga instruktionen genom att konkret peka med handen på vad som är relevant att fokusera och på så sätt hjälpa eleverna att etablera relationer. Det kan vara t.ex. när de skriftliga instruktionerna är otillräckliga eller när artefakter medierar okanaliserat.

### **Exempel 1: När skriftliga instruktioner är otillräckliga**

Eleverna försöker följa de skriftliga instruktionerna<sup>162</sup>, men John uppmärksammar ett mellanrum om vad som ska ritas:

- John: Vad är det vi ska rita nu?  
 Läraren: Ni ska rita ett kopplingsschema... för...  
 John: För vilken?  
 Läraren: Den, för den och för den (läraren pekar på bilder i instruktionspapperet)

Läraren ger i detta fall instruktioner genom att även peka på bilderna (artefakter) i instruktionspapperet, vilket är ett sätt att urskilja relevant information.

### **Exempel 2: När artefakter medierar okanaliserat**

Stina uppmärksammar i avsnitt 10.1, B ovan, ett mellanrum om hur koppartråden bör kopplas till glödlampans sockel. Läraren Allan försöker hjälpa till:

- Läraren: ... Ni ser här sitter lite plast (pekar på en del av lampsockeln), det leder inte ström då va? Och här är metall och här är metall (pekar på botten av lampsockeln och på gängorna) ...

---

<sup>162</sup> Se tabell 7.4, grupp B, laboration 3.

Läraren försöker på ett direkt sätt att hjälpa Stina att etablera relationer genom att visa, och hjälpa henne att urskilja, detaljer på glödlampans sockel (artefakt). Med lärarens direkta hjälp kan artefakternas mediering då kanaliseras på ett i sammanhanget korrekt sätt.

### ***Kommentar***

Genom att använda artefakter och gestikulerande instruktioner förstärker läraren det verbala språket, så att det omedelbara erfandet av artefakterna i situationen kan relateras till tidigare erfarenheter, eller sådant som står fast. Med lärarens hjälp kan därmed artefakternas interaktionserbjudanden mediera på ett kanaliserat sätt. På så sätt kan läraren, med sin *didaktiska fingertoppskänsla* i situationen för bl.a. vilka mellanrum som uppmärksammas och med vad de behöver fyllas, *direkt* försöka hjälpa eleverna att etablera relevanta relationer så att de kan gå vidare i handlingen.

### **B3. Läraren använder experiment för att förklara**

Ofta används experiment för att introducera och förklara naturvetenskapliga fenomen för eleverna. Ibland görs det genom elevlaborationer som t.ex. i kapitel 8 ovan, och ibland som nedan genom att läraren visar ett experiment inför klassen.

#### **Exempel 1: Experimentet om resistans**

Efter att ha introducerat termen resistans och verbalt berättat vad det är, visade läraren Bertil hur en kromnickeltråd blir glödande när ström passerar och diskuterade med klassen hur detta fenomen används i t.ex. brödrostar. Därefter visar han samma experiment med en penna. Det går en stund (eleverna pratar ohörbart) och plötsligt börjar det ryka om pennan:

Patrik: Nu grillas den  
 Nisse: Jag sa ju att det skulle ryka.  
 Eskil: Ojojjoj  
 Emil: Yes  
 Per: Oj  
 Eleverna jublar.  
 Läraren: Den mötte motstånd, strömmen.

Med hjälp av ett experiment förklarar läraren hur resistansen, när ström möter motstånd, kan orsaka att det blir varmt. Läraren kan på så sätt *direkt* hjälpa eleverna att erfara. Eleverna uttrycker på ett vardagligt sätt vad som

händer i experimentet, medan läraren ger en i språkspelet relevant förklaring.

### ***Kommentar***

Läraren, med sin *didaktiska fingertoppskänsla*, försöker på ett *direkt* sätt, hjälpa eleverna att etablera i sammanhanget relevanta relationer genom att visa ett experiment och förklara vad som sker på ett i språkspelet relevant sätt. Med hjälp av experimentet i kombination med lärarens verbala kommentar kan med andra ord experimentets interaktionserbjudanden medieras på ett kanaliserat sätt.

## **10.3 Sammanfattning**

I början av detta kapitel har jag beskrivit *hur och när elever kan behöva hjälp* av en mer erfaren person, läraren, i mötet med medierande resurser för att skapa mening och på så sätt kunna gå vidare i sina förehavanden. Man kan med andra ord säga att läraren behövs för att hjälpa eleverna att utnyttja och vidga sin proximala utvecklingszon, ZPD. Det visar sig t.ex. att den skriftliga laborationsinstruktionen kan vara svårtolkad. I det beskrivna fallet handlar det om att eleverna utifrån den skriftliga instruktionen inte kan etablera relationer till vad som ska göras. Läraren behövs, som en rationell auktoritet<sup>163</sup> (Weber, 1956), dvs. en som känner till språkspelet, för att tolka texten så att eleverna kan gå vidare i handlingen. Det är uppenbart i detta avsnitt också hur vissa mellanrum måste vara fyllda, dvs. vissa relationer måste stå fast, och får därmed inte utgöra *distraherande mellanrum*, för att möjliggöra att andra mellanrum ska kunna uppmärksammas och i sin tur kunna fyllas. Exempelvis var det svårt för John att inse vad som skulle göras så länge det fanns distraherande mellanrum om vad symbolerna innebar. Distraherande mellanrum kan vara en form av kvardröjande mellanrum, men i en undervisningssituation får dessa en distraherande effekt, då den saknade relationen (mellanrummet) av andra deltagare förutsätts stå fast. Det kan handla om att läraren förutsätter att t.ex. en använd term står fast och sedan använder termen för att försöka uppmärksamma eleverna på andra, *önskvärda*, mellanrum. För att kunna uppmärksamma ett mellanrum måste andra relationer stå fast. Det är ungefär som ett gångjärn (jfr. Wittgenstein, 1969/1992, § 655 ). De distraherande mellanrummen kan vara explicita, som i det beskrivna exemplet, men förmodligen även implicita.

---

<sup>163</sup> Se även kapitel 3.

I elevers möten med t.ex. (okända) artefakter kan flera interaktionserbjudanden finnas och därmed mediera okanaliserat, vilket gör att eleverna får svårt att tolka och hantera artefakterna (t.ex. glödlampans delar och hur de ska kopplas till batteriet). Läraren visar sig då behövas som en rationell auktoritet för att hjälpa till att urskilja olika artefaktdelar och för att hjälpa till att kanalisera artefaktens mediering om hur den fungerar, så att artefakten kan hanteras på ett naturvetenskapligt relevant sätt.

I möten med naturvetenskapliga fenomen visar sig läraren ibland behövas för att hjälpa till att urskilja dels vad som händer, och för att se samband med och skillnader till andra fenomen, dels för att hjälpa till att etablera relationer till fenomenens benämning. Man kan också se ett behov av läraren som stöd för att eleverna ska kunna inse att en och samma term kan användas på olika sätt i olika språkspel och därmed för att kunna upptäcka och urskilja olika slags språkspel. Det tycks med andra ord finnas ett behov av en rationell auktoritet, en lärare, i klassrumssamtalen.

I detta kapitel har jag också beskrivit *på vilka sätt läraren, som rationell auktoritet kan bistå eleverna* i deras meningsskapande genom lärarens *didaktiska fingertoppskänsla* för bl.a. vilka mellanrum som uppmärksammas eller behöver uppmärksammas och hur och med vad de behöver fyllas. Det visar sig att läraren kan bistå eleverna i deras meningsskapande både *indirekt*, genom att t.ex. hjälpa dem att uppmärksamma mellanrum, som sedan kan fyllas med relationer, och *direkt* genom att hjälpa dem att etablera relationer på olika sätt.

Lärarens *indirekta* hjälp kan förekomma som ett stöd eller hjälp på vägen till att etablera en relation, t.ex. genom att försöka underlätta för eleverna att urskilja naturvetenskapliga medierande resurser och på så sätt få dem att uppmärksamma problem eller frågor, vilket jag benämmer önskvärda mellanrum. Lärarens didaktiska fingertoppskänsla innebär då att för att göra det möjligt för eleverna att etablera en viss relation hjälper läraren dem att uppmärksamma ett visst önskvärt mellanrum. Läraren kan då t.ex. ställa frågor, visa en artefakt eller ett experiment för att få eleverna att uppmärksamma dessa.

Ibland kan läraren, eller andra elever, uppmärksamma att en elev resonerar inkonsekvent eller på ett naturvetenskapligt inkorrekt sätt. Man kan säga att läraren inser att här finns ett mellanrum i samtalet – en relation saknas – som inte eleven tycks ha uppmärksammat, vilket jag benämner för eleven

*hittills ej uppmärksammat mellanrum.* Lärarens didaktiska fingertoppskänsla handlar då om att indirekt hjälpa eleven att etablera relationer genom att försöka få eleven att uppmärksamma inkonsekvensen eller det hittills ej uppmärksammade mellanrummet i sitt eget resonemang. Det kan ske t.ex. genom att ställa frågor, visa med hjälp av artefakter, eller visa på reglerna i skolans språkspel.

Man kan också säga att läraren indirekt hjälper eleverna att etablera relationer när elever själva försöker etablera relationer, som läraren sedan konfirmerar. Det kan t.ex. vara genom att hålla med eleven, upprepa vad eleven sagt eller genom att utgå från elevens yttrande i sitt fortsatta resonemang, vilket också kan ses som exempel på didaktisk fingertoppskänsla för elevers meningsskapande.

Läraren kan också bistå eleverna mer *direkt* i deras meningsskapande, genom att försöka hjälpa elever att fylla uppmärksammade mellanrum och på så sätt etablera naturvetenskapligt relevanta relationer. Det kan ske t.ex. genom att använda sig av språket, av artefakter eller av experiment för att förklara och därigenom direkt ge möjlighet för eleven att etablera relevanta relationer. Det kan ske t.ex. genom att visa hur en artefakt är konstruerad eller genom att berätta hur och varför något fungerar som det gör. Genom att ge exempel på kända företeelser i ett visst sammanhang kan läraren också hjälpa till att etablera relationer. Det kan t.ex. vara när elevernas själva saknar aktuella erfarenheter. I exemplet ovan ger läraren exempel på elproducenter; ”vattenkraftverk i Norrland, vindkraftverk”. Genom att visa ett experiment kan läraren också på ett direkt sätt hjälpa elever att etablera relevanta relationer. Den didaktiska fingertoppskänslan handlar då om att fylla elevernas uppmärksammade mellanrum med i situationen relevanta relationer.

Ofta är det svårt för en i språkspellet kunnig person, som lätt tar språkspellet för givet, att se vad som är svårt för en oinvidg novis (jfr. Säljö & Bergqvist, 1997). Det är där lärarens, den rationella auktoritetens (Weber, 1956), professionella, didaktiska fingertoppskänsla kommer in. Denna fingertoppskänsla handlar om att själv ha sådan kännedom och erfarenhet av skolans naturvetenskapliga språkspel, inom i detta fall ellära, att man kan vara uppmärksam och se vilka relationer eleverna saknar eller inkorrekt har etablerat, hittills ej uppmärksammade mellanrum. Det handlar också om att kunna se vilka mellanrum eleverna behöver uppmärksammas på, önskvärda mellanrum, eller vilka mellanrum eleverna själva uppmärksammat, eller

vilka distraherande mellanrum som kan finnas. Den didaktiska fingertoppskänslan handlar dessutom om att läraren kan hjälpa och stödja eleverna att fylla dessa mellanrum och vet med vad och hur mellanrummen kan fyllas i den specifika situationen. Läraren, med sin didaktiska fingertoppskänsla har tydligen en viktig och i vissa fall avgörande roll som rationell auktoritet för att eleverna ska kunna etablera relevanta relationer och kunna gå vidare på ett naturvetenskapligt korrekt sätt.

## 11 SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION

Många av de experiment som förekommer i läromedlen idag har använts sedan länge. Som nämndes i kapitel 2 användes exempelvis experimentet om det galvaniska elementet redan i slutet av 1700-talet. Man skulle med Kuhn (1996) kunna säga att vi levt relativt länge i ett och samma elektricitetsparadigm i skolan. Skolans ellära tycks inte ha utvecklats speciellt mycket. Även om teorierna uttryckts lite annorlunda genom tiderna, så har de gamla uttryckssätten levt kvar på ett eller annat sätt och vävts in i de senare teorierna eller sätten att se på elektricitet, om än med lite annan innebörd, och de experiment som används idag påminner en hel del om de som användes förr, liksom laborationsutrustningen och andra artefakter. När man blandar äldre modeller och sätt att se på ett fenomen med senare, finns risken att det blir svårt för eleverna att förstå. Gericke (2005) visar t.ex. hur olika modeller och synsätt på genetik kan försvåra förståelsen inom det området. Drechsler (2007) visar liknande inom kemin angående modeller kring syror och baser. Hur man talar om en företeelse får med andra ord betydelse för hur man förstår det. Men även vad man talar om får betydelse för lärandet. Dewey (1938/1998) hävdar vikten av att relatera nya erfarenheter till tidigare erfarenheter. Med tanke på samhällets utseende idag och därmed elevernas tidigare erfarenheter om elektricitet, exempelvis vad det gäller elektrisk apparatur, skulle även skolans ellära kunnat se annorlunda ut idag. Elevernas vardagserfarenheter/tidigare erfarenheter ser betydligt annorlunda ut idag än för bara t.ex. 50 år sedan, men laborationerna ser nästan likadana ut.

Enligt Lindblad och Sahlström (1999) innehåller lektionerna på grundskolans senare år (oavsett ämne) mer av eget- och smågruppsarbeten under 1990-talet än på 1970-talet. Det tyder på att ett mer elevaktivt arbetssätt utvecklats under perioden. En form av progressivism tycks med andra ord ha tagit gestalt i skolan, med självständigt, praktiskt, elevaktivt grupparbete där eleverna själva ska söka sin kunskap. De laborationer jag studerat under 2001 och 2003 tyder också på att denna utbildningsfilosofi växt sig stark. Det är ett elevaktivt arbetssätt där läraren håller sig i bakgrunden. I denna avhandling har jag därför försökt att belysa vad man med denna utbildningsfilosofi kan erbjuda elever i skolans naturvetenskapliga språkspel om ellära och vad de därmed kan få möjlighet att lära i möten med laborations-

instruktioner, artefakter och det naturvetenskapliga språkbruket. Jag har också studerat lärarens didaktiska roll och beskrivit när denne kan behövas som stöd och hjälp i elevernas lärprocess samt på vilka sätt läraren kan hjälpa eleverna i deras meningsskapande.

I detta kapitel visar jag på och diskuterar de slutsatser som kommit fram i avhandlingens delstudier. Kapitlet delas upp enligt följande huvudteman: laborationers syften och instruktioner samt elevers fokusering, artefakter och lärande, kommunikation och lärande, lärarens betydelse för elevers lärande samt utveckling av analysinstrumentet för klassrumssamtal. Därtill kommer ett resonemang om studiens validitet, reliabilitet och tillämpbarhet, samt vilka implikationer delstudierna kan få för skolans NO-verksamhet och för framtida forskning.

## 11.1 Laborationers syften och instruktioner samt elevers fokusering

Skolans laborationsverksamhet är och har länge varit ett forskningsområde som intresserat många skolforskare/didaktiker/pedagoger världen över. För- och nackdelar med laborationer har diskuterats, liksom vad syftet med laborationer egentligen är (jfr. Hult, 2000; Lunetta et al., 2007). I kapitel 7 ovan beskriver läraren Bertil sin syn på vad syftet är med de laborationer som hans elever arbetade med. I intervjun med honom framkommer det att hans syfte med laborationerna främst är att eleverna ska få en förståelse för fenomenet elektricitet och till det relaterade aspekter, vilket han menar att eleverna får genom att få plocka med utrustningen och observera vad som händer i de olika försöken under laborationerna. Det tycks vara en tämligen vanlig uppfattning om man studerar de argument för laborationer (jfr. t.ex. argumenten 1 och 3 nedan) som Hult (2000) funnit i sin forskningsmanfattning<sup>164</sup>.

1. Laborationen kan vara ett komplement till teorin, den kan visa tillämpningen av en teori och den kan ge studenterna en känsla för fenomenet
2. Laborationen hjälper studenterna att utveckla en analytisk och kritisk förmåga och en förmåga att formulera mål
3. Laborationen hjälper studenterna till ett meningsfullt lärande dels genom att fler sinnen används vid lärandet dels för att de genom laborationen bättre ser vilka inlärningsbehov de har
4. Laborationen underlättar förståelsen för vetenskapligt arbete, d v s den process genom vilken vetenskaplig kunskapsproduktion [åstadkoms]

---

<sup>164</sup> Se även kapitel 3 ovan.

5. Laborationen ger möjlighet att se och pröva tekniker som används vid vetenskapligt arbete och därvid erhåller studenterna en färdighet och vana (=hantverkskicklighet<sup>165</sup>)
6. Laborationen hjälper till att göra studenterna motiverade för teknisk-naturvetenskapliga studier
7. Laborationen är ett lämpligt instrument för att utveckla den sociala kompetensen och den kommunikativa förmågan (Hult, 2000, s. 15).

Av formuleringarna i ovanstående syften ("kan vara", "hjälp", "underlättar" osv.) tycks det vara efterkonstruktioner och troligen inga för elever explicitgjorda syften. Under de laborationer jag studerat finns inga av ovanstående syften explicitgjorda för eleverna, utan man tycks ta för givet att elevernas aktivitet under laborationerna automatiskt bidrar till elevernas förståelse av de olika fenomenen som de arbetar med under laborationen. Det blir tydligt hur förståelsen av fenomenet antas uppkomma induktivt (jfr. även Lunetta et al., 2007) i laborationsverksamheten. Man utgår från att laborationerna är teorineutrala, dvs. objektiva och genomskinliga, så att en naturvetenskaplig förståelse av det studerade fenomenet blir uppenbar automatiskt i och med elevernas aktivitet under utförandet och observationen av det som görs under laborationen (jfr. Bergqvist, 1990). Det förutsätts därmed att eleverna själva ska kunna dra de "korrekta" slutsatserna genom att göra laborationen och i och med det se den enda tänkbara teorin, den naturvetenskapliga. Det explicitgjorda syfte eleverna uppmärksammas på och som därmed fungerar som ett interaktionserbjudande, i studien ovan, var endast att utföra laborationen enligt instruktionerna och instruktionerna handlade i stort sett om att göra så och så och skriva ner resultatet, oavsett om instruktionen var muntlig eller skriftlig. Det eleverna därmed fokuserade på under laborationerna var just utförandet och resultatredovisningen, dvs. *görandet*. Det syfte läraren i intervjun sa sig ha, att eleverna skulle få en förståelse för de olika fenomenen inom kunskapsområdet om elektricitet, förblev implicit för eleverna under laborationen. Det är med andra ord ett induktivt arbetssätt som betonas i intervjun och som också kan ses i instruktionerna vid flera tillfällen i laborationsverksamheten i alla de tre studerade grupperna. Det framkommer dock såväl i intervjun som under observationerna att läraren får slänga in lite ledtrådar – ungefär som pusselbitar – under laborationernas gång för att underlätta för eleverna att kunna se det de behöver se i försöket (jfr. t.ex. Säljö & Bergqvist, 1997). Det gäller då för eleverna att sätta ihop dessa pusselbitar med de pusselbitar som de själva förhoppningsvis redan har och att veta hur de passar ihop. Enligt läraren ska det fungera om eleverna anstränger sig. För elever från studievana

---

<sup>165</sup> Min kommentar.

hem, som vet att och hur man ska ”anstränga sig”, behöver det inte bli några problem, men för den som inte blivit uppmärksam på vare sig att eller hur man ”anstränger sig” kan NO verka konstigt, mystiskt och svårt.

Det talas sällan eller aldrig om i instruktionen vad eller hur eleverna ska förstå eller lära, utan i stort sett bara om vad som ska göras. Lärarna tycks med andra ord utgå ifrån att man lär genom att göra – learning by doing, vilket är ett av kännetecknen på den progressiva verksamheten. Dewey har ofta fått skulden för detta synsätt, men det är i sammanhanget viktigt att betona att Dewey själv tar avstånd från detta sätt att se på lärande (se t.ex. Vaage, 2003). Dewey betonar istället vikten av att erfara världen. I termen *erfara* ligger mer än att bara *göra*. Det handlar om en helhetsupplevelse där såväl känslor, värderingar och kunnande ingår, och där tidigare erfarenheter transformeras i mötet med nya erfarenheter (Dewey, 1938/1998). Att vara aktiv borde egentligen handla om att utföra något utifrån ett visst *syfte*. Learning by doing, handlar alltså om att utföra uppgifter och lösa problem, men vad som görs och därmed fokuseras beror på det explicita syftet och vad som behöver fokuseras för att fullfölja syftet. Vad man kan fokusera beror förutom på syftet, eller de interaktionserbjudanden som presenteras i instruktionen, också på vilka tidigare erfarenheter man har från språkspelet i fråga. Exempelvis Mimmi (avsnitt 7.4, E1), som är dyslektiker, har hos specialläraren fått lära sig om statisk elektricitet. När hon ska beskriva vad som händer i försöken på laborationen vill hon gärna göra det utifrån de interaktionserbjudanden hon uppmärksammat, dvs. utifrån de tidigare erfarenheter hon har från arbetet hos specialläraren, och därmed försöka förklara fenomenet på ett mer naturvetenskapligt sätt, trots att det inte var lärarens intention från början i den aktuella laborationen. Därför är det viktigt att explicitgöra syftet med aktiviteten (ofta är själva lärandesyftet implicit – det tas för givet att man lär den naturvetenskapliga teorin/synsättet om fenomenet genom att göra och observera). I det empiriska materialet finns som sagt var inget explicit syfte utöver görandet av laborationen. Det explicita syftet tycks fungera som ett uppmärksammat mellanrum som ska fyllas. Det är därför det är utförandet eleverna fokuserar på och skapar mening om och därmed lär något om i nämnda exempel. Utgår man som lärare från att det är genom att göra och observera som man förstår hur man ska se, så är det självklart att det räcker med instruktionen ”att göra”.

Under laborationen är eleverna ytterst noga med att följa instruktionerna. Vid minsta osäkerhet frågar de antingen varandra eller läraren (eller t.o.m. observatören i vissa fall). Det visar sig bl.a. att eleverna under laborationen

fokuserar på utförandet, då flertalet av de explicita mellanrum som uppmärksammas liksom de relationer som etableras handlar om vad och hur de ska göra, om tiden räcker, om de gjort rätt, om de gjort allt osv. Andra mellanrum som uppmärksammas och därmed fokuseras i elevernas resonemang handlar om vad som ska redovisas från laborationen och hur det ska redovisas. De interaktionserbjudanden som aktualiseras i mötet med instruktionen, tycks få betydelse för vilka mellanrum som uppmärksammas, och därmed för vilka relationer som får möjlighet att etableras i mötet med instruktionerna.

Eleverna tycks alltså fokusera på de interaktionserbjudanden som ges i instruktionen – vad de ska göra – och inte på själva förståelsen av fenomenet, dvs. det implicita syftet med laborationen. Det här påminner om en studie som gjorts av Marton, Dahlgren, Svensson och Säljö (1999) som visar hur man kan ha olika inriktning när man läser en text, antingen en ytlig, atomistisk, inriktning, där man ser till delarna, eller en djupare inriktning där man försöker se sammanhang. På samma sätt tycks det alltså vara för eleverna under laborationen. De tycks många gånger ha en ytlig inriktning på meningsskapandet under laborationen, dvs. de fokuserar främst på utförandet och detaljer istället för att se till helheten och med en djupare inriktning försöka förstå och se sammanhang i vad syftet var att laborationen skulle visa. Linderoth (2004) visar på liknande resultat i sin studie om datorspel där eleverna interagerar med symbolerna i datorspelet utan att sätta sig in i det tema som spelet handlar om. De tar sig istället igenom spelet på ett mer ytligt sätt. Likaså visar Linn, Layman och Nachmias (1987) hur deras elever som arbetade med grafer av värme och kyla på en datorskärm fick en förståelse om graferna, men inte så mycket om värme och temperatur, själva fenomenet som skulle studeras.

Linderoth (2004) konstaterar att spelandet utgör ”en egen social praktik där den mening som genereras har en mycket vag relation till de företeelser som representeras av spelets tema” (a.a. s. 238). Likadant skulle man alltså kunna säga om laborationer i det empiriska materialet ovan. Laborationen tycks vara en skoluppgift som är fristående från övriga handlingar och utgör en egen social praktik där den mening som genereras har en mycket vag relation till de företeelser som representeras av laborationens tema. Laborationen förutsätts ofta, som tidigare nämnts, ha som syfte att representera ett visst fenomen, men eleverna ser inte detta syfte om det inte explicit görs (jfr. även Tiberghien, 1999). De interagerar med de interaktionserbjudanden de givits i instruktionen och i artefakterna/laborationsutrustningen utan

att sätta sig in i vad experimentet är tänkt att visa. Eleverna ser då tydligen som sitt syfte att göra det de blivit ålagda att göra – att klara av laborationen och skriva ett resultat. Eleverna är plikttrogna och gör det de instruerats om. Något annat kan de inte göra när språkspelet är nytt för dem.

Men kan man förutsätta att elever lär sig alla de punkter som Hult (2000) sammanfattat bara för att eleverna *gör* en laboration, dvs. att lärande sker induktivt? Vad elever fokuserar på och får möjlighet att lära av laborationer beror förmodligen på, utöver t.ex. tidigare erfarenheter, vilka syften med laborationen de uppmärksammats på, dvs. de explicita syftena som bland annat framkommer i instruktionerna. Någon hjälp att uppmärksamma mellanrum om vad som händer i naturvetenskaplig mening eller hur det ska förklaras på ett naturvetenskapligt sätt ges däremot sällan i instruktionerna.

Elever från studievana hem kan ju uppmärksammas även på andra syften och få andra erfarenheter av naturvetenskaplig karaktär dels i hemmet dels i den litteratur de läser, vilket kan göra att de tycks lära induktivt av laborationer. Om lärandet vore induktivt och observationerna teorineutrala behövde man väl aldrig tvivla på det man observerar och gör under laborationen, men eleverna i mitt empiriska material frågar ofta och vill gärna ha bekräftelse från en auktoritet (t.ex. läraren eller observatören) om de gör ”rätt”, observerar ”rätt” och att de tolkar ”rätt” (jfr. Wickman & Östman, 2002a). Vid några tillfällen kan man i min studie t.o.m. se hur eleverna försöker uttyda resultatet ur frågorna i instruktionen istället för att lita till sina egna observationer. Eleverna litar alltså mer på vad en auktoritet (som boken eller läraren) säger än vad de själva observerar, precis som Wickman (2002) respektive Wickman och Östman (2002a) visar i sina studier. För att kunna dra slutsatser av observationerna i laborationen behöver eleverna med andra ord känna till teorin/synsättet bakom, dvs. hur man kan tolka observationerna – teorin blir inte uppenbar bara genom att observera ett försök, utan eleverna behöver ofta hjälp av en auktoritet på området. ”Att se och göra är ingen garanti för att förstå” påpekar Säljö, Riesbeck och Wyndhamn (2003, s. 238).

Man kan fråga sig om alla syftena ovan är möjliga att fylla även om de explicit görs. Syftena med laborationer tycks bygga på antaganden om att teori (perspektiv) inte behövs för att tolka experiment. Experimenten antas vara teorineutrala, så att man ser samma sak oavsett perspektiv/teori. Syftena handlar om en förmåga att analysera (utan teori) och tolka experiment (utan teori). Experimenten ska belysa och bevisa teorin, menar man. Men vad är

då en teori<sup>166</sup> annat än ett sätt att se på, tolka och förklara världen, dvs. ett perspektivtagande. För att en observation av ett experiment ska bevisa en teori måste man ju känna till teorin, dvs. vilket perspektiv man ska ta. Enligt syfte 4 (ovan) ska laborationer visa hur naturvetenskapligt arbete går till och hur vetenskaplig kunskapsproduktion åstadkoms, men vetenskapliga studier bygger ofta på teoretiska antaganden och är därmed sällan induktiva. Ändå tycks man utgå ifrån att skolans experiment är det. För att man som vetenskapsman ska kunna ställa en hypotes måste man utgå från en teori eller ett sätt att se på det som ska studeras, dvs. ett hypotetiskt deduktivt arbetssätt. Inför en laboration i grupp A1 fick eleverna skriva en hypotes om vilken av några metalltrådar (för eleverna nya bekantskaper) som gav mest respektive minst motstånd (också en ny bekantskap). Det vill säga man skulle i stort sett gissa vilken av metalltrådarna som fick lampan att lysa svagast respektive starkast, dvs. snarare ett ”hypotetiskt induktivt” arbetssätt. Om syftet med detta arbetssätt är att eleverna ska få kunskap om hur vetenskaplig kunskapsproduktion åstadkoms kan de lära sig som en följemening att naturvetare gissar sig fram eller eventuellt att de måste vara väldigt smarta som kan komma på själva vilken av en massa okända metalltrådar som ger mest/minst motstånd. Naturvetenskapen kan då te sig mycket svår och kanske rent avskräckande i motsats till syfte 6 (ovan).

Man tycks alltså använda experimentet som en viktig teorineutral och ”självmедierande”<sup>167</sup> resurs i undervisningen och tar därmed för givet att det institutionaliserade betraktelsesättet också är synligt för eleverna. Kanske det är anledningen till att man skiljer på teori och praktik och därmed ser det praktiska arbetet som så viktigt (jfr. t.ex. lärarintervjun ovan, samt Hults [2000] sammanställning av tidigare forskning ovan, men även läroplaner under hela 1900-talet och fram till idag). Men tänk om experimenten och artefakterna inte är teorineutrala... Och tänk om lärande inte sker främst genom induktiva observationer...

Eleverna i studien visar sig ha fokus på att utföra laborationen utifrån det de instruerats om. Det verkar som att beroende på vad som står fast från t.ex.

---

<sup>166</sup> Teori (enligt svenska Akademiens ordlista) = tanke eller idé eller påstående om (en grupp) fakta eller fenomen som tjänar såsom förklaring till eller redogörelse för eller omdöme eller förutsägelse om dessa fakta osv., i synnerhet dels inom vetenskap, om tanke osv. som grundar sig på beprövad erfarenhet och i princip kan verifieras eller falsifieras, dels inom konst eller samhällsliv o.d., om tanke osv. som tjänar såsom norm eller grundläggande förutsättning.

<sup>167</sup> Med *självmедiering* menas här att man oreflekterat ser på artefakterna som överförare av information, vilket kritiserats av bl.a. Bernhard (manus).

tidigare erfarenheter och lärarens *explicita* (dvs. inte *implicita*) syfte med laborationen uppmärksammas specifika interaktionserbjudanden i mötet med laborationsutrustningen, vilket leder till specifika handlingar. De fokuserar på att göra laborationen och att redovisa resultatet efter instruktionen, t.ex. fylla i en tabell eller besvarar de frågor som eventuellt finns i instruktionen. Men, som sagt var, de läser frågorna noga och försöker ibland läsa ut svaret ur frågan i stället för att skriva vad de observerar. Ibland skriver de av varandra – huvudsaken tycks vara att ha något resultat nedskrivet. De fördjupar sig däremot sällan i vad experimentet är tänkt att visa – det var inte explicitgjort som ett interaktionserbjudande i instruktionen att man skulle göra det. Har de väl skrivit sitt resultat, vilket de tycks uppfatta som syftet med laborationen, är de nöjda och kan ibland utropa att ”vi är klara”. Man kan med andra ord konstatera att instruktionen får betydelse för vilka mellanrum som uppmärksammas och därmed för *vad* eleverna gör, och vad de redovisar i sitt resultat, vilket har stöd även i Wickmans (2002) beskrivning av elevers laborerande i kemi.

Instruktionen får även betydelse för *hur* eleverna arbetar. I de flesta laborationsinstruktioner i min studie är instruktionen att göra, vilket beskrivits ovan – eleverna gör och de talar om vad de ska göra. Ibland är de dock så koncentrerade på vad de ska göra så att det blir tyst (jfr. även Säljö, Riesbeck & Wyndhamn, 2003). Det gäller t.ex. den laboration då eleverna ska skruva ihop sladdar och kontakter efter en bild (se tabell 7.4, grupp B, laboration 4). En av laborationerna (se tabell 7.4, grupp B, laboration 1, och avsnitt 7.4.1, D1 respektive D2) hade dock en instruktion att eleverna skulle beskriva vad som händer i olika försök med statisk elektricitet. Det ledde till diskussioner om hur man skulle beskriva det som hände. Beskrivningarna var emellertid främst av vardaglig karaktär, allt enligt instruktionen. Genom att man inte talar om det på ett naturvetenskapligt sätt kvarstår det vardagliga sättet att se på fenomenet, dvs. den ”vardagliga teorin”. Elever tar inte steget själva till att se naturvetenskapliga samband, eftersom de inte kan veta att det finns andra samband att se i det nya språkspelet om de inte uppmärksammas på det (som t.ex. Mimmi som talat om det hos specialläraren).

Man skulle kunna se instruktionen om att beskriva vad som händer i laborationen som en *initiering* av ett mellanrum i en IDRF-struktur<sup>168</sup>. Instruktionens interaktionserbjudanden styr vad som erbjuds att interagera med och

---

<sup>168</sup> IDRF-struktur beskrivs närmre under kapitel 2.

om. Dessa erbjudanden leder i sin tur till *diskussion* (vardaglig eller naturvetenskaplig, beroende på instruktion) eleverna emellan och så småningom till *respons* och eventuell *feedback*.

Brist på instruktioner kan leda till kaos. Vid ett tillfälle ger läraren inga muntliga instruktioner utan delar ut ett papper med uppgifter (se tabell 7.4, grupp B, laboration 3) angående elektriska kopplingar. Eftersom språkspelet är nytt för eleverna blir de osäkra om vad och hur de ska göra det händer inte särskilt mycket av laborationsverksamhet den lektionen utan laborationen görs om nästa gång, men då med en muntlig instruktion innan, där eleverna tycks uppmärksammas tydligare på vad de ska göra. Laborationen flyter därefter på.

Efter laborationerna förekom det att lärarna tillsammans med eleverna gick igenom resultatet från respektive laboration. Det kunde handla om att läraren antingen fick tala om vad resultatet skulle bli, och/eller att läraren fick förklara vad som hänt i försöket man gjort. Ibland handlade det enbart om att läraren frågade om resultatet och någon av eleverna svarade på ett i språkspelet ”korrekt” sätt och därefter gick man vidare med ett nytt moment. Kanske är det brist på tid som gör att elevernas resultatredovisning behandlas på ett så styvmoderligt sätt? Eller beror det på att man som tidigare antytt ser laborationerna som ”självmédierande”? Av någon anledning är utförandet av laborationen, själva görandet, det viktiga för eleverna och att resultatet är utskrivet i boken – om de förstår vad de gjort och vad som händer i försöket, tycks vara av mindre betydelse för dem. Kan det bero på att det är just utförandet och resultatredovisningen som uppmärksammas som det centrala i laborationsinstruktionerna och att ett eventuellt syfte om lärande om fenomenet är implicit för eleverna?

Av resultatet kan man ana att den lärande- och kunskapssyn som råder får betydelse för vilken utbildningsfilosofi som gäller, dvs. hur man handlar som lärare och i förlängningen vad som erbjuds eleverna såväl före och under som efter laborationen. Med andra ord har de interaktionserbjudanden som ges i skolan betydelse för vilka mellanrum som uppmärksammas och vilka relationer som därmed blir möjliga att etablera. Om man t.ex. delar in verksamheten dualistiskt i teori och praktik, finns risken att lärande om naturvetenskap handlar enbart om förståelse av teorin, eller sättet att förklara omvärlden och inte hanteringen av exempelvis artefakter, det man kallar praktiskt arbete. Om man dessutom ser lärande av teorin – sättet att förklara ett fenomen på ett naturvetenskapligt sätt – som induktivt, dvs. att

man lär hur man förklarar fenomenet enbart genom att göra och teorilöst observera det och dessutom har det som ett implicit syfte, finns risken att eleverna inte lär det som var intentionen med laborationen. Ser man istället teori och praktik som en helhet (jfr. Dewey, enligt Biesta och Burbules, 2003) och laborationen som ett erfalande, kräver det tvärtom att man känner till syftet med vad som behöver fokuseras och erfaras och även språkspelet eller perspektivet man kan använda för att förklara fenomenet. Den förra modellen tycks ha varit praxis en längre tid i skolverksamheten – det är så man gör laborationer. Eick och Reed (2002) beskriver hur lärare ofta tar efter hur deras egna lärare arbetat, utan att reflektera över det – det är så man har blivit erbjuden lärarens roll i klassrumsarbetet. Har man inte sett någon annan modell eller variant av lärarrollen eller laborationsarbetet (jfr. variationsteorin, Marton & Tsui, 2003), är det svårt att själv utveckla andra arbetsmodeller. Denna progressiva utbildningsfilosofi leder sedan till att man talar om de enskilda eleverna som orsak till dåliga skolresultat i såväl olika forskningsstudier som på prov och test i skolan – eleverna betraktas som svagpresterande och anses ha svårt att lära naturvetenskap. Jag återkommer till den här problematiken nedan.

## 11.2 Artefakter och lärande

Som nämndes ovan fokuserar eleverna i det empiriska materialet hela tiden på att följa laborationsinstruktionen, dvs. på utförandet av laborationen. Under utförandet stöter eleverna dock på en del, för dem relativt okända, artefakter, som också kommer i fokus i deras samtal och kan leda till att mellanrum uppmärksammas. Ibland leder det till att vissa relationer till artefakterna kan etableras. Att artefakter har en funktion som medierande resurser i elevers lärprocess konstateras i kapitel 8. Precis som Waltz (2004) kan man säga att artefakterna kan ses som deltagare i verksamheten, då de med sina interaktionserbjudanden (Linderoth, 2004; jfr. affordances, Gibson, 1979/1986) medverkar till de handlingar (inklusive samtal) som utspelar sig. Av detta kan man dock inte dra slutsatsen att man kan utgå från ett induktivt arbetssätt och ta för givet att artefakter och experiment är teorilösa och medierar på ett enda sätt och att de därmed leder till ett enda sätt att handla och tolka respektive artefakt (och experiment). Det innebär istället att i elevers möten med de teoriimpregnerade artefakterna interagerar eleverna på olika sätt med artefakterna utifrån bl.a. laborationsinstruktionen, artefakternas utformning och elevens tidigare erfarenheter av dem, liksom av liknande situationer eller andra vid tillfället aktualiserade erfarenheter. Man skulle kunna säga att interaktionen sker utifrån de interak-

tionserbjudanden som ges i mötet med bl.a. artefakterna och laborationsinstruktionen. Uppenbarligen urskiljs olika interaktionserbjudanden i ett möte med artefakter beroende på tidigare, nu aktualiserade, erfarenheter. Det innebär att artefakterna medierar på olika sätt för de olika eleverna i en situation (jfr. avsnitt 8.2, B2), men även olika för samma person från situation till situation beroende på vilka tidigare erfarenheter som aktualiseras i mötet och därmed vilka interaktionserbjudanden som ges (dvs. vilka i artefakterna inbyggda teorier som är kända och re-aktualiseras i situationen).

Det visar sig alltså att artefakterna i situationen ger upphov till olika interaktionserbjudanden för eleverna. Medieringen blir därmed situationsbunden och kontingent. Det innebär att artefakternas mediering antyder, pekar ut, vägleder och fokuserar elevernas handlingar på olika sätt och leder därmed elevernas handlingar och förehavanden vidare i olika riktningar bl.a. beroende på elevernas tidigare erfarenheter av liknande möten och om kontinuitet kan ses med dessa. Man kan med andra ord säga att artefaktens mediering beror på om artefakten i fråga är relativt obekant för eleverna eller om det är en tidigare känd artefakt.

När tidigare erfarenheter och laborationsinstruktioner gör att artefakterna medierar på ett enda kanaliserat och i språkspelet korrekt sätt, visar det sig att eleverna klarar att tolka artefakternas interaktionserbjudanden självständigt. Det gäller ofta tidigare kända artefakter. Att medieringen är kanaliserad innebär att eleverna tycks finna endast ett möjligt sätt att handla. Ibland, när artefakterna och handlingarna med dem är mer okända, förekommer det att eleverna även då handlar som om det endast finns ett sätt att interagera med artefakten, men i det aktuella språkspelet kan det vara en inkorrekt handling. Man kan då säga att artefakterna med sina interaktionserbjudanden medierar på ett kanaliserat, men i språkspelet inkorrekt sätt. Tyvärr är det inte alltid eleverna uppmärksammar något mellanrum i dessa situationer (ex. grupp 2 i kapitel 8, när de fyller i tabellen på ett i sammanhanget inkorrekt sätt). Det kan leda till att i sammanhanget inkorrekt relationer etableras och att därmed ett önskat lärande uteblir.

I möten med okända artefakter, där det råder brist på kontinuitet, visar det sig att interaktionserbjudandena blir öppna för flera olika tolkningar med olika relevans, det vill säga en eller flera frihetsgrader finns för hur handlingen kan gå vidare – eller kanske inget erbjudande alls. Medieringen kan då sägas vara okanaliserad. Problem eller mellanrum initieras ofta i sådana möten med artefakterna och deras interaktionserbjudanden. Att problem

uppmärksammas är ju enligt Dewey (1925/1958; se även Biesta & Burbules, 2003) en inledning på lärprocessen och alltså av godo, men dessa problem måste lösas på ett eller annat sätt, det vill säga relationer måste etableras för att lärprocessen ska kunna fullföljas. Många gånger leder dessa uppmärksammade problem/mellanrum till diskussioner eleverna emellan, vilket ibland gör att eleverna kan gå vidare i sina förehavanden. Man kan se det som att kunskapen är distribuerad bland flera personer, och tillsammans kan man därför lösa problemet (jfr. Dysthe, 2003e). Dessa diskussioner kan ses som del i en interaktionsstruktur som Mercer och Wegerif (1999) kallar IDRF-struktur<sup>169</sup>. Mercer och Wegerif (a.a.) beskriver hur elever i möten med datorer börjar diskutera sinsemellan när datorn istället för läraren initierar problem. Liknande kan alltså ses i denna studie i elevers möten med andra artefakter än datorn. I exempelvis mötet med voltmeter och metallblecken som kopplades som elektroder till den, kunde denna interaktionsstruktur ses tydligt. Interaktionen inleddes med initieringen eller mellanrummet om hur det skulle kopplas samman redan vid åsynen av artefakterna och instruktionen. Eleverna diskuterade och gav respons genom att prova att koppla samman artefakterna efter vad man kom fram till i diskussionen, och voltmeter gav feedback genom sitt utslag.

Ibland uppmärksammar eleverna mellanrum i mötet med artefakterna som de inte själva kan reda ut, utan de behöver hjälp för att komma vidare. Artefakten medierar tydligen inte på ett neutralt och objektivt sätt, utan kräver att man har en idé om hur man ska tolka den, dvs. ett tolkningsperspektiv, eller vad man kallar en teori att utgå ifrån. Man kan jämföra elevernas situation med när man stöter på ett nytt föremål för första gången, utan att känna till dess funktion eller användningsområde. Helt okända artefakter tar tid att lära sig hantera. Tänk efter hur det var första gången man stötte på en dator, mobiltelefon eller fjärrkontroll, eller första gången man fick ett SMS eller själv skulle skicka ett. De flesta uppmärksammade nog ett mellanrum om hur detta fungerar och var nog tvungna att ta hjälp antingen av instruktionsboken eller av någon på området mer kunnig person, en rationell auktoritet av något slag för att kunna gå vidare i hanteringen. Sedan var man förmodligen tvungen att härma instruktionen för att testa om det fungerade. Man lärde sig det som var relevant i situationen. Förmodligen finns det funktioner på datorn eller mobilen som man inte uppmärksammat något mellanrum om och därmed har man förmodligen heller inte en aning om att de finns. Man ser inte dessa interaktionserbjudanden om ingen hjälper en

---

<sup>169</sup> IDRF, I = initiering, D = diskussion, R = respons, F = feedback

att urskilja dem och kanalisera deras mediering. Samma sak är det i elevers möten med artefakter. Där kan läraren och/eller i sammanhanget mer erfarna elever hjälpa till att urskilja och kanalisera artefakternas interaktionserbjudanden och eventuellt hjälpa till att uppmärksamma nya aspekter hos artefakten. Samtidigt kan tidigare erfarenheter aktualiseras. Då tycks i språkspellet relevanta relationer kunna etableras och ge möjlighet till att transformera tidigare erfarenheter så att kontinuitet skapas (jfr. Dewey, 1938/1998).

Det visar sig alltså att för att lära sig ett naturvetenskapligt sätt att hantera och tolka artefakterna behövs ofta någon i ämnesområdet mer kunnig person som stöd (jfr. t.ex. Wickman & Östman, 2002a), en rationell auktoritet, som Weber (1956) uttrycker det. Man kan inte induktivt observera på ett neutralt sätt, utan man behöver ett perspektiv att utgå ifrån, en teori. Teorin blir alltså inte synlig automatiskt bara för att man observerar artefakterna eller ett fenomen (jfr. Säljö & Bergqvist, 1997). Men med stöd och hjälp kan eleverna utvecklas i den proximala eller möjliga utvecklingszon, ZPD (Vygotsky, 1978). Exempelvis kan man se hur grupp 1 i kapitel 8 först har svårt att tolka voltmeteren när den ger negativt utslag. De tolkar det istället som ett nollutslag. Efter att läraren förklarat för gruppen och visat hur man får fram ett normalt utslag genom att kasta om elektroderna, härmar eleverna lärarens handling i liknande situationer i fortsättningen och klarar det därmed på egen hand. Deras handlingar får feedback när artefakten/voltmeteren ger utslag åt det förväntade hållet. Man kan då anta att imiterandet är en meningsskapande process, eftersom själva aktiviteten och förebilden tycks uppfattas som relevant för eleverna i situationen i fråga – en utveckling kan ske (jfr. Løkensgard Hoel, 2003).

### ***Vikten av att uppmärksamma mellanrum***

Att tabellen i grupp 2 (se kapitel 8) inte blev ifylld på ett i språkspellet korrekt sätt, dvs. att artefakterna inte medierade tillräckligt, kan knappast skylas på elevernas bristande *förmåga*. Det beror förmodligen snarare på brist på relevanta erfarenheter, t.ex. i form av lärarens instruktioner om hur tabellen är relaterad till metallernas koppling till voltmeteren och därmed brist på uppmärksammade mellanrum. Tillsammans med en på området mer erfaren person (t.ex. läraren) som kan hjälpa eleverna att urskilja artefakternas relevanta interaktionserbjudanden, kan också i situationen relevanta eller *önskvärda* mellanrum uppmärksammas, visar det sig. Samtidigt kan läraren ev. också hjälpa eleverna att fylla dessa mellanrum. Om så hade skett i ovan nämnda situation hade dessa elever förmodligen också lyckats fylla i tabel-

len på ett i språkspelet korrekt sätt och därmed etablerat, mer naturvetenskapligt relevanta relationer. I möten med artefakter där i språkspelet mer erfarna personer kan hjälpa till, tycks alltså artefakternas mediering och därmed de etablerade relationerna bli mer naturvetenskapligt korrekta. Frånvaron av uppmärksammade mellanrum och därmed förhindrandet av etablerandet av naturvetenskapligt korrekta relationer leder, kan man se, istället till att irrelevanta relationer etableras, av en del missvisande kallat "misconceptions"<sup>170</sup>. Det är med andra ord avgörande att vissa didaktiskt önskvärda mellanrummen uppmärksammas för att korrekta naturvetenskapliga relationer ska få möjlighet att etableras.

Alla tre NO-grupperna arbetade med en laboration om galvaniska element, men de instruktioner och de artefakter som användes i de tre grupperna var inte desamma. Det gör att verksamheten ser något olika ut i de annars snarlika grupperna (jfr. Wertsch, 1995). Det visar sig att olika mellanrum angående artefakterna uppmärksammades i de olika grupperna. Bland annat visar sig designen på artefakterna, i detta fall främst voltmeteren, ha betydelse för vilka mellanrum som uppmärksammas och vilka relationer som blir möjliga att etablera och därmed för vilket lärandeinnehåll som blir möjligt.

Även i jämförelsen mellan de två studerade laborationsgrupperna inom en NO-grupp, kan man se att laborationsarbetet mynnar ut i olika lärandeinnehåll i de två grupperna, trots att utrustningen och instruktionerna är de samma. Eleverna i de båda grupperna fokuserar med andra ord olika interaktionserbjudanden. De interaktionserbjudanden som blir aktuella i ett möte tycks även bero på bl.a. elevernas tidigare, nu aktualiserade, erfarenheter (inklusive laborationsinstruktionerna) i kombination med mötet med artefakterna. Genom att eleverna uppmärksammar och fokuserar olika interaktionserbjudanden i möten med artefakterna tycks de också tala och handla på olika sätt, dvs. det blir olika lärandeinnehåll i de olika grupperna. Deras tal och handlingar tyder dock på att de lär sig en hel del om hur man urskiljer och benämner metallerna, hur voltmeteren kan kopplas, hur tabellen kan fyllas i osv. Kanske triviala saker för en som kan ämnesområdet elektricitet, men det handlar om hur artefakterna ska hanteras för att laborationen ska bli genomförd – det var ju det interaktionserbjudandet som gavs i instruktionen. Rubriken, "Hur får man spänning i ett batteri?", talade eleverna över huvudtaget inte om. Läraren sa ju uttryckligen att spänning skulle man ta upp först nästa lektion. Lärarens instruktioner och explicita syfte med

---

<sup>170</sup> Se vidare diskussion om misconceptions i avsnitt 11.3

experimentet visar sig alltså också vara viktiga för vilka mellanrum som uppmärksammas och därmed för vilka mellanrum som får möjlighet att fyllas, dvs. för vilken inriktning elevernas samtal och handlingar får och därmed för vilket meningsskapande som erbjuds. Instruktionerna och de explicita syftena visar med andra ord vad som ingår och inte ingår i språkspellet, vilket leder till en form av följemening för eleverna, även om lärarens intentioner var andra (jfr. Östman, 1995).

Det är intressant att se att det är först i hanteringen av artefakterna, dvs. när man får erfarenheter av dem – när en del saker står fast – som eleverna börjar uppmärksamma mellanrum om artefakterna. Exempelvis var det ingen som under genomgången frågade om hur mycket salt som behövdes eller i vilken ordning salt och vatten skulle blandas eller hur voltmeteren skulle kopplas. Dessa mellanrum uppmärksammades först i situationen med respektive artefakt. Beroende på tidigare erfarenheter (inklusive laborationsinstruktionen) fokuseras olika interaktionserbjudanden i mötet med artefakterna. Artefakterna tycks alltså mediera olika för alla, men också för var och en från situation till situation. Det leder också till att vilka mellanrum som uppmärksammas i mötet med artefakterna är situationsbundet, liksom vilka relationer som etableras. Lärandet blir med andra ord situationsbundet och kontingent. Man kan alltså inte förvänta sig ett induktivt lärande där det räcker att göra, observera, se och lära.

I studien kan man se att eleverna är nyfikna och vill veta och komma vidare, vilket bl.a. visas av att när de väl uppmärksammar ett mellanrum, som de inte själva kan fylla, tillfrågas ofta läraren eller någon annan. Man kan ana att detta främst gäller mellanrum som behöver fyllas för att handlingen ska kunna fortsätta, dvs. för att kunna följa instruktionen. I exemplet (avsnitt 8.2.2, C3) där Caroline uppmärksammar mellanrum om hur man kan veta att det är zink, behöver tydligen inte mellanrummet fyllas för att komma vidare, eftersom tabellen är ifylld och lektionen snart slut. Instruktionen kräver heller inte att det mellanrummet fylls.

Som tidigare antyddes behöver vissa saker stå fast för att specifika mellanrum ska kunna uppmärksammas. Det vill säga för att kunna ställa en fråga måste man känna till vissa saker om det som frågas om. Det som står fast – det man känner till – fungerar ungefär som ett gångjärn menar Wittgenstein (1969/1992, t.ex. § 341, § 343, § 655). För att t.ex. kunna uppmärksamma mellanrummet ”hur får man spänning i ett batteri?” måste man känna till att det finns något som betecknas spänning och att det kan fås ur batterier. I

fallet med denna laboration måste man också känna till att det experiment man utför motsvarar vad som händer i ett batteri. Dessa mellanrum uppmärksammas aldrig explicit i elevernas samtal. Eleverna hänger upp sig på artefakterna och vad som ska göras med dem. Det måste stå fast innan de kan gå vidare. I grupp 2 (i kapitel 8) tycks det inte stå fast att det är två olika poler i deras laborationsuppsättning, vilket förmodligen gör att de inte uppmärksammar något mellanrum om vilket metallbleck som motsvarar plus respektive minus och därmed inte hur tabellen ska fyllas i (se tabellen som grupp 2 skrev, i figur 8.2). I grupp 1 (se avsnitt 8.2, B3, exempel 2) däremot uppmärksammas mellanrummet om 3V-uttaget på voltmeteren ”är minus” (ska kopplas till minus). Alltså står det fast att det finns något som kan kallas minus. Först när termen ”minus” står fast kan eleverna ställa frågan (dvs. uppmärksamma mellanrum) om vilken metall som motsvarar minus och därmed fylla i tabellen på ett i språkspelet korrekt sätt. När väl ”minus” står fast för eleverna i grupp 1 är de noga med att kontrollera att de fyller i tabellen korrekt med metallerna i rätt kolumn (plus respektive minus) (se tabellen som grupp 1 skrev, i figur 8.3). Man kan alltså inte förvänta sig att eleverna genom enbart observationer själva ska kunna uppmärksamma och fylla de relevanta mellanrummen, dvs. lära sig det som läraren implicit hade som syfte med laborationen.

Man kan konstatera att det är möten med relativt okända artefakter som leder till att inkorrekta eller icke naturvetenskapliga relationer etableras, respektive att mellanrum uppmärksammas, men dröjer kvar, eller att (önskvärda) mellanrum inte uppmärksammas alls utan en del saker tas i språkspelet felaktigt för givet av eleverna. Det innebär att det inte handlar om svagpresterande elever eller elever med s.k. misconceptions, utan det är när eleverna inte får det stöd de behöver från någon som känner till språkspelet som meningsskapandet inte blir det önskade. Eleverna saknar med andra ord vissa relationer i meningsskapandet.

### **11.3 Kommunikation och lärande**

I den institutionaliserade skolan har språket varit och är ett av de viktigaste verktygen i lärprocessen (Skolverket, Nationella kvalitetsgranskningar, 1998). Men det språkliga verktyget har använts på olika sätt genom tiderna. Många gånger har det varit läraren som talat medan eleverna främst fått lyssna och eventuellt svara kort på lärarens frågor (jfr. IRF, Sinclair & Coulthard, 1975). Man har talat om den s.k. tvåtredjedelsprincipen (Cazden, 1988). I ett sådant klassrumssamtal på en NO-lektion kan man förmo-

da att läraren talar inom ramen för skolans naturvetenskapliga språkspel. Sahlström (1999) liksom Granström (1987) konstaterar dock att det förmodligen är den omvända principen, dvs. att eleverna, som talar tyst under lärarens genomgång, står för två tredjedelar av samtalstiden. Man kan nog anta att det kanske inte alltid rör sig om skolans naturvetenskapliga språkspel, även om temat är detsamma, utan om ett mer vardagligt språkspel. Lemke (1990) framhåller vikten av att låta elever tala om naturvetenskapliga fenomen ur en mer naturvetenskaplig språkgenre (tematiskt mönster). Med hjälp av språket medieras eller tolkas världen med dess interaktionserbjudanden för oss, dvs. som man talar om något så förstår man det. I ett samtal fungerar även talet som interaktionserbjudanden. Genom att använda ett mer vardagligt språk kan förståelsen för ett naturvetenskapligt fenomen därför bli förenklad. Under laborationerna i studien är inte det explicita syftet att tala om eller diskutera de naturvetenskapliga fenomenen, utan att främst göra laborationen. De tillfällen då eleverna möter ett mer naturvetenskapligt språk är när de lyssnar på lärarens genomgångar, när de läser laborationsinstruktionerna och svarar på frågor i instruktionen eller på lärarens frågor eller när de själva ställer frågor om någon term eller företeelse som de inte förstår. Det blir därmed inte många tillfällen för eleverna att tala på ett mer naturvetenskapligt sätt. Diskussioner där eleverna använder naturvetenskapliga termer eller blir uppmanade att göra det sker i mycket begränsad utsträckning i det studerade empiriska materialet.

Vid ett tillfälle i grupp B är den explicita uppgiften att beskriva vad som händer vid några försök om statisk elektricitet (se tabell 7.4, laboration 1). Det innebär att eleverna observerar vad som händer och talar om vad de ska skriva som resultat i boken. Det språk som används både i samtalet och när de skriver är av ett mer vardagligt slag. Man benämner sällan artefakterna med deras naturvetenskapliga benämningar, utan som pronomen, den eller det, eller som ”grej”, eller som andra påhittade benämningar, t.ex. ”den svarta stålgrejen”, s.k. hjälpor, som Rundgren (2006) kallar det. De gånger som en artefakt benämns med en naturvetenskaplig benämning är främst när man läser instruktionen, dvs. när man har tillgång till en auktoritet som stöd (jfr. Wickman & Östman, 2002a). När eleverna beskriver vad som händer i försöken med statisk elektricitet ovan krävs heller inga naturvetenskapliga perspektiv, eller teorier, utan ett mer vardagligt perspektiv kan intas. Det naturvetenskapliga perspektivet är ju ännu inte känt för dem. I mitt empiriska material har instruktionerna främst handlat om att göra, någon enstaka gång om att beskriva, men sällan om att förklara (jfr. Minick, 1993; Säljö et al., 2003). Instruktionen får betydelse för hur man talar –

vardagligt eller naturvetenskapligt – men även för vad man talar om – utförandet, vad som händer eller hur det ska tolkas.

### ***Språkspelskrockar***

Elevers lärande om naturvetenskap sker inte problemfritt. Cobern och Aikenhead (1998) beskriver det som en form av gränsöverskridande, boarder crossing, in i den naturvetenskapliga subkulturen. Szybek (1999, 2003) beskriver det som en översättning eller överflyttning av ett problem mellan olika scener eller omvärldar, t.ex. från en mer vardaglig omvärld till en naturvetenskaplig omvärld och tillbaka igen. Carlgren (1999) beskriver dock skolarbetet som en särskild sorts praktik. I denna avhandling har jag beskrivit elevers lärande i den naturvetenskapliga skolpraktiken som ett möte med skolans naturvetenskapliga språkspel, även om här också förekommer andra språkspel, vilket är kännetecknande för skolans verksamhet. Andra förekommande språkspel inom denna verksamhet, förutom skolans naturvetenskapliga språkspel, kan vara skolans allmänna språkspel (som att t.ex. räcka upp handen, sitta stilla, vara tyst), ett naturvetenskapligt språkspel och ett mer vardagligt språkspel. Många gånger sker mötet med skolans naturvetenskapliga språkspel i form av vad jag kallar *språkspelskrockar* mellan t.ex. elevers från början mer vardagliga<sup>171</sup> språkspel och skolans naturvetenskapliga språkspel. Dessa krockar förekommer i såväl tal som handling. I mötet med nya artefakter, som t.ex. metallblecken och voltmetern kan man i elevernas handling se att hanteringen av artefakterna är något nytt, de får härma, prova och fråga för att komma vidare i handlingen. När man studerar klassrumskommunikationen och elevers möten med ett nytt perspektiv att se på världen, skolans naturvetenskapliga språkspel, och dess termer för olika företeelser, blir dessa språkspelskrockar om möjligt ännu mer framträdande. Man kan ofta se hur lärare och elever talar bredvid varandra i det empiriska materialet, som om de talar om olika saker, trots att de studerar samma artefakt, figur, modell eller experiment och trots att de använder samma termer. Man tycks fokusera på olika interaktionserbjudanden (jfr. Linderoth, 2004; Gibson, 1979/1986) i den till synes gemensamma omvärlden. I exemplen ovan kan man t.ex. se hur ett till synes vardagligt ord som ”skal” (avsnitt 9.1, B2) används av läraren i skolans naturvetenskapliga språkspel om en elektronbana som omger atomkärnan på en atommodell ritad på tavlan. Eleven tycks dock uppfatta termen skal ur ett mer vardagligt perspektiv, ungefär som skalet på ett äpple med innebörden

---

<sup>171</sup> Med *vardagligt språkspel* menas här för enkelhetens skull allt som inte kan räknas till naturvetenskapligt, respektive skolans naturvetenskapliga, språkspel.

hölje. Han tycks därmed uppfatta att den ring som läraren ritat för att markera atomkärnan måste vara ett skal på kärnan. Han uppmärksammar med andra ord ett mellanrum just i det beskrivna mötet med modellen på tavlan och lärarens resonemang – lärarens resonemang överensstämmer inte med det interaktionserbjudande som termen skal ger i det vardagliga perspektiv eller språkspel som är känt för eleven. Genom att som lärare i en sådan situation istället diskutera med eleverna och visa på variationen av olika språkspel och att termer kan ha olika innebörd i olika språkspel, skulle kommunikationen underlättas och sådana kommunikationsproblem kunna elimineras.

I ett annat exempel ovan tycks en elev ha uppfattat att NO-klassrummet är en egen värld, där man enbart använder nya eller konstiga saker (jfr. Lemke, 1990). När läraren då säger att de ska använda salt (avsnitt 9.1, B1) uppmärksammar eleven ett mellanrum. Salt är förmodligen något vardagligt för honom och passar därför inte in i NO-klassrummet. Han förknippar istället termen salt med saltsyra som han tydligen känner till sedan tidigare från det naturvetenskapliga språkspelet. Lärarens förtydligande genom att benämna det ”vanligt koksalt” tycks inte hjälpa. Den termen är tydligen okänd för eleven och mellanrummet tycks dröja kvar. I det här fallet talar man inte så mycket mer om just salt. Det har ingen central betydelse under resten av kommunikationen. Det kvardröjande mellanrummet får förmodligen ingen större betydelse för det fortsatta meningsskapandet under laborationen där fokus är på att utföra laborationen. Men hade samtalet under laborationen byggt vidare på att det är just salt som används, hade elevens uppmärksammade mellanrum som får dröja kvar kunnat bli ett s.k. distraherande mellanrum. Detta ofyllda, distraherande mellanrum hade då kunnat störa det fortsatta meningsskapandet kring termen salt. Distraherande mellanrum uppmärksammas ofta av den samtalspart för vilken språkspelet är nytt. I klassrumssamtal mellan en lärare och 20-30 elever eller under t.ex. en föreläsning är det inte säkert att eleverna kommer sig för att öppet ställa en fråga när de uppmärksammat ett mellanrum. Exempelvis när studenterna på Högskolan under en frågestund inför en tenta hörde en av lärarna ta ett exempel om ”intelligent design” var det ingen som frågade vad det innebär. Men alla satt som frågetecken när de skulle diskutera exemplet. När en annan närvarande lärare frågade studenterna om alla var med på vad uttrycket intelligent design innebär, svarade så gott som hela klassen ”Nej”. De hade uppmärksammat ett mellanrum som i det fallet var distraherande, men ingen ville själv avslöja att de uppmärksammat mellanrummet. Det gjorde att lärarna förklarade uttrycket och därpå tog exemplet igen. Mellanrummet

blev då fyllt och studenterna kunde gå vidare i diskussionen. Det blev med andra ord ett exempel på hur lärare eller andra rationella auktoriteter kan hjälpa elever/studenterna att utvecklas inom den proximala utvecklingszonen, ZPD.

När distraherande mellanrum uppmärksammas kring resursen i sig (som i det beskrivna exemplet ovan) – nya, konstiga artefakter eller nya, märkliga termer – blir det svårt att uppmärksamma de mellanrum som läraren hade som syfte angående experimentet eller samtalet. Man kan tala om att även språket kan ge upphov till okanaliserade interaktionserbudanden, dvs. man vet inte hur man ska interagera med termerna i det nya språkspelet. Man hänger upp sig på vad de konstiga orden innebär istället för på innehållet i det övriga som sägs eller står skrivet. Det innebär att vissa relationer måste stå fast i kommunikationen för att man ska kunna gå vidare (jfr. Wittgenstein, 1969/1992).

Innebörden av en term eller ett uttryck kan beskrivas på många sätt och innebörden varierar från situation till situation. Att få möjlighet att urskilja dessa termer och denna variation av beskrivningar och betydelsen av vilket språkspel man använder ökar möjligheten till förståelse (jfr. Marton & Booth, 2000; Marton & Tsui, 2003). I dialogen kan de urskiljda interaktionserbudandena kanaliseras och blir entydiga. Det är därför viktigt för lärprocessen att det förs en dialog i klassrummet som kan ge möjlighet till erfärande av denna variation som kan ges i ett flerstämmigt klassrum (Dysthe, 1996) och att man som elev får möjlighet att själv använda det naturvetenskapliga språket (Lemke 1990). Kommunikation och språkanvändning kan sägas vara grundläggande för lärande och utveckling. Att lära sig språka naturvetenskap är ungefär som att lära sig tala ett nytt språk – man måste känna till hur termerna kan användas i olika situationer. Det är inte som dottern till Ulrika i Västergöl trodde, i Vilhelm Mobergs *Utvandrarna*, att man kan tala det engelska språket bara man stiger iland i Amerika. Så är det inte med det naturvetenskapliga språket heller. Man måste få tillgång till språket genom att höra eller läsa termer och teorier (sätt att se och förklara), precis som Robert i *Utvandrarna* insåg, när han försökte lära Ulrikas dotter det engelska språket. Det naturvetenskapliga språket (såväl som engelskan) behöver med andra ord användas för att man ska kunna erfara hur det fungerar (jfr. Lemke, 1990). Att lära naturvetenskap kan då ses som att socialiseras in i och bli deltagare i ett naturvetenskapligt språkspel.

Hade man som forskare i ovanstående empiriska material frågat eleverna om deras uppfattning om olika termer inom ellära hade man förmodligen kunnat få alla möjliga svar. Tolkningen hade kunnat bli att ”eleverna förstår inte”, ”de är svagpresterande” eller att ”de har s.k. misconceptions eller alternativa idéer” (se t.ex. Coll & Treagust, 2002). Att tala om elevers ”misconceptions” låter som om det är något statiskt som de besitter – “...learners... harbor a number of alternative conceptions and prefer to use simple mental models” (a.a., abstract). Eleven får därmed rollen som förlorare, med allt vad det kan innebära för intresse osv. Coll och Treagust (a.a.) hävdar dessutom att lösningen ligger i att läraren måste vara tydligare. Men enligt Dewey (1925/1958) behöver eleverna, som tidigare nämnts, uppmärksamma ett problem (ett mellanrum) för att göra lärprocessen möjlig. Det är först då det blir möjligt att etablera relationer till tidigare erfarenheter. Och i den stödprocessen kan det ju vara bra om läraren är tydlig.

Man kan i ovanstående exempel inte tala om att eleverna *bär* på några misconceptions och inte heller på några mellanrum. Det handlar snarare om att eleverna *uppmärksammar* mellanrum i den specifika handlingen, *i det specifika mötet*, vilket gör att de är redo att etablera relationer i den situationen om möjligheten ges. Meningsskapandet är med andra ord situerat.

Man kan inte heller dra slutsatsen att det är svagpresterande elever/studenter i allmänhet bara för att de saknar erfarenhet från ett språkspel och därför inte känner till termerna, artefakterna eller de teoretiska perspektiven. Ett exempel på det är en studie som Roth och Bowen (2001) gjort. De lät professorer från olika vetenskapsområden tolka grafer från andra vetenskapsområden än de egna. Resultatet visade att professorerna hade samma svårigheter som studenterna att tolka graferna från början, däremot lärde de sig snabbare att göra lämpliga tolkningar, förmodligen beroende på tidigare erfarenheter av liknande situationer.

Elevers svårigheter tycks i det här använda perspektivet snarare handla om ett kommunikationsproblem på grund av att eleverna inte har tillräckliga erfarenheter av t.ex. artefakten, termen eller perspektivet (teorin/förklarings sättet) i fråga, det vill säga man saknar erfarenheter och därmed vissa specifika relationer i det aktuella språkspellet. Det gör att eleverna tolkar situationen utifrån det de redan känner till, de erfarenheter de hittills har. Det är de enda interaktionserbjudanden som står till buds att tolka för dem. Kommunikationsproblemen beror ofta på att eleverna inte har blivit erbjudna det stöd de behöver för att uppmärksamma mellanrum

och/eller att fylla de uppmärksammade mellanrummen med relationer till tidigare erfarenheter. De har helt enkelt otillräckliga erfarenheter. Eleverna behöver med andra ord stöd av dem som har erfarenhet från språkspelen, för att erfara och ta sig in i och bli deltagare i ett nytt språkspel.

Språket är som tidigare nämnts konstituerande. Hur vi, som lärare, talar om elever och elevers lärande får betydelse för vilket perspektiv eller synsätt vi får på lärande (och vice versa), och därmed vilka problem som blir möjliga att se och att lösa, som lärare. Som Wittgenstein skriver (1969/1992, § 317) får det språkspel (perspektiv) man använder betydelse för vilka frågor som kan besvaras eller inte. Talar man om lärande som t.ex. att fylla elever med kunskap eller att de själva ska fylla på sina kunskapsförråd/skapa sin egen kunskap så blir det ett sätt att uppfatta lärande och kunnande och därmed ett sätt att handla efter och ställa frågor efter. Det leder lätt till följemeningar (jfr. Östman, 1995) om att den som inte klarar vissa saker efter dessa kriterier uppfattas som svagpresterande. Likadant är det om man väljer att t.ex. tala om elevers (felaktiga) *associationer* när de möter nya artefakter och termer. Det kan få som konsekvens att eventuella associationsproblem ses som om de finns inuti eleven, dvs. det blir elevens problem, och det leder till uppfattningen att det är något som lärare, övriga elever och omgivning inte kan göra mycket åt. Eleven uppfattas som ”svagpresterande” eller liknande vokabulär. Väljer man istället att tala om vilka *interaktionserbjudanden* som ges i omgivningen, lyfts istället problemet ut i omgivningen. Det gör att lärare och andra får möjlighet att använda sin fingertoppskänsla för vad som behöver fokuseras. Då blir det också rimligt att tala om att förändra i omgivningen så att andra interaktionserbjudanden kan bli möjliga. Likaså kan läromedelsutvecklare förändra artefakter eller laborationsutrustningen och de interaktionserbjudanden som dessa kan ge. Läromedelsförlag och lärare och andra som förbereder och utvecklar t.ex. laborationer och deras instruktioner kan därmed också förändra dessa så att lämpliga interaktionserbjudanden kan ges.

I stället för att göra det till elevens problem kan man också se det som att motparten, som många gånger är läraren med sin didaktiska fingertoppskänsla, inte uppmärksammat att det t.ex. är just en språkspelskrock. Det tycks ofta vara eleven som får skulden, sällan läraren... Lärares tillkortakommanden kan ju i sin tur bero på att läraren inte blivit uppmärksam på att t.ex. språkspelskrockar kan förekomma... Men många gånger handlar det förmodligen om tidsbrist. Man har inte tid att stanna upp, då kan hela lektionsplaneringen gå om intet.

Med relevant stöd och hjälp hade mellanrummen säkert kunnat fyllas i de olika situationerna i exemplen ovan. Det visar att läraren med sin didaktiska fingertoppskänsla och sin rationella auktoritet är en viktig länk i elevers lärande, dvs. för att hjälpa eleverna att utvecklas i den proximala utvecklingszonen, ZPD. Därför är det viktigt att medvetandegöra lärare, men även skolpolitiker, om detta – det skulle förmodligen göra skillnad för vad elever får möjlighet att lära.

## 11.4 Lärarens betydelse för elevers lärande

Antag att institutionellt lärande om elektricitet handlar om att ta sig in i och bli deltagare i skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet, dvs. att mer och mer och bättre och bättre behärska de artefakter, termer och teorier (sätt att se och förklara) som kännetecknar språkspelet i fråga (jfr. Sfarid, 2000; Säljö, 2000; Wickman & Östman, 2002b). Då kan lärprocessen ses som att urskilja de naturvetenskapliga resurserna genom att uppmärksamma fler och fler mellanrum och att fylla dessa med relevanta relationer till tidigare erfarenheter. Enligt Vygotsky (1978) kan en inom verksamheten mer erfaren person fungera som stöd i denna lärprocess. I resultatet ovan kan man vid flera tillfällen se hur elever i möten med detta, för dem nya, språkspel behöver stöd och hjälp för att komma vidare och kunna hantera de naturvetenskapliga resurserna (såväl artefakter som språk [inklusive perspektiv]), som till stor del är sociala konventioner. I det avslutande resultatkapitlet vill jag därför belysa vilken betydelse läraren har som rationell auktoritet för att bistå och hjälpa, eller guida, eleverna i deras lärprocesser i möten inom skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet.

Resultatet visar att de situationer där eleverna inte kan gå vidare utan hjälp och stöd, är t.ex. möten med experiment och artefakter som bygger på specifika teorier (sätt att se och förklara), modeller och definitioner angående fenomenet i fråga, eller möten med instruktioner/idéer för vad som ska göras på en laboration. Det handlar om möten med socialt konstituerade konventioner inom skolans naturvetenskapliga språkspel, där eleverna saknar relationer till hur man talar och handlar inom språkspelet. Som noviser kan inte elever känna till alla dessa konventioner och därmed inte heller använda dem för en, enligt ett naturvetenskapligt språkspel, korrekt tolkning av t.ex. ett experiment. Att konstruera nya naturvetenskapliga idéer och utveckla teorier (sätt att se och förklara) tar lång tid (Latour och Woolgar, 1986). Eleverna har inte den undervisningstid som skulle behövas för att själva återupptäcka allt. Det är dessutom ofta omöjligt för en novis att se

vad som är relevant att notera och fokusera på av alla de interaktionserbjudanden de möter då språkspelen och dess regler är okända, vilket också Säljö och Bergqvist (1997) visar.

I flera fall i resultatet ovan ser man att de skrivna instruktionerna<sup>172</sup> är otillräckliga eller ottydliga för eleverna. Eleverna saknar många gånger relevanta naturvetenskapliga erfarenheter för att kunna tolka instruktionerna och därmed för att kunna utföra experimentet på egen hand efter dessa. Det gör att de uppmärksammar mellanrum om vad och hur de ska göra. Likadant är det när elever möter nya artefakter. De kan till exempel inte veta hur en glödlampa utan hållare ska kopplas till ett batteri med hjälp av en koppartråd. De provar sig fram och när lampan lyser anser de sig klara, men de har kanske fortfarande inte etablerat relationer till hur de kopplat och varför det var det korrekta sättet. De behöver med andra ord hjälp för att kunna se sambanden mellan artefakten och dess hantering, dvs. för att kunna se den i artefakten inbyggda teorin, så att naturvetenskap inte upplevs som något mystiskt – plötsligt bara lyste lampan och sen slocknade den (se t.ex. avsnitt 10.1, B) (jfr. Delamont, Beynon & Atkinson, 1988). Inom naturvetenskapen används även många specifika termer, som det gäller att dels känna till och kunna benämna och dels förstå innebörden av. Men det gäller även att förstå hur t.ex. termerna förhåller sig till varandras mening. För att kunna se meningen med olika naturvetenskapliga resurser och de teorier som är inbyggda i dem genom mänskliga konventioner behöver man känna till språkspelen. Eftersom vi ibland använder samma term i flera språkspel, men med olika innebörd beroende på sammanhang, visar det sig vara viktigt att kunna urskilja och se att det finns olika språkspel, med olika perspektiv, regler och andra konventioner (jfr. Säljö et al., 2003). Fallet med positivt och negativt laddade ebonitstavar (avsnitt 10.1, D) var ett exempel på där termer får olika innebörd beroende på hur och när de används. Även Strömdahl (manus) betonar vikten av att uppmärksamma sådana s.k. homonymer.

Elevers behov av stöd och hjälp kan yttra sig på olika sätt, visar resultatet. De kan ställa frågor och på så sätt explicit visa att de uppmärksammat mellanrum. De kan tala och handla, utifrån det nya språkspelen sett, på ett inkorrekt sätt, vilket kan innebära att de visar behov av hjälp för att uppmärksamma mellanrum som de hittills inte uppmärksammat. Men de kan också behöva hjälp för att göra det möjligt att urskilja och upptäcka nya artefak-

---

<sup>172</sup> Instruktioner kan dock som ovan nämnts se olika ut beroende på om *syftet* är att bara *göra* eller att *lära* något specifikt.

ter, termer eller teorier i det nya språkspelet. Det eleverna tycks behöva hjälp med är med andra ord att synliggöra, fokusera och kanalisera medieringen av interaktionserbudandena och därmed etablera relationer till det nya språkspelet på ett eller annat sätt. Det är i situationer som dessa som elever kan lära genom s.k. guidat deltagande (jfr. Rogoff, 1995; Säljö & Bergqvist, 1997), där guiden är en rationell auktoritet (jfr. Weber, 1956) som de kan lita på.

Lärarna hjälper eleverna i lärprocessen på flera sätt i det empiriska materialet. Det handlar för läraren om att göra skolans naturvetenskapliga språkspel synligt, och hjälpa eleverna att se skillnader och likheter med det vardagliga språkspelet. Detta kan göras såväl indirekt som direkt. Det kan göras på ett *indirekt* sätt genom att försöka få eleverna att urskilja (jfr. Marton & Booth, 2000) naturvetenskapliga resurser och deras interaktionserbudanden och på så sätt göra eleverna uppmärksamma på önskvärda mellanrum som sedan kan fyllas med relevanta relationer. Detta gjordes i det empiriska materialet bl.a. genom att ställa frågor, visa artefakter eller experiment eller genom att låta eleverna laborera. Lidar et al. (2005) talar i dessa sammanhang om re-constructing, generative och re-orienting epistemological moves. Det handlar med andra ord om lärarens didaktiska handlingar för att göra det möjligt för eleverna att urskilja och uppmärksamma något specifikt. När mellanrum uppmärksammas har lärprocessen startat (jfr. Dewey, 1925/1958; Biesta & Burbules, 2003) och relationer kan få möjlighet att etableras.

Lärarna kan hjälpa eleverna att indirekt etablera relationer även genom att hjälpa dem att uppmärksamma att det finns inkonsekvenser eller hittills ej uppmärksammade mellanrum i deras resonemang eller i deras handlingar. Även det kan göras genom att ställa frågor (jfr. initiering/IRF, Sinclair & Coulthard, 1975; och även Aukrust, 2003) och visa artefakter eller visa på hur skolans allmänna språkspel kan fungera (t.ex. när läraren svarar med tystnad när elever svarar ”fel” [avsnitt 10.2, A2, exempel 3]).

När eleverna själva etablerar korrekta relationer förekommer det också att läraren ger stöd genom att konfirmera relationen, vilket Lidar et al. (2005) också konstaterar. Föreliggande studie visar att konfirmerandet kan ske på flera sätt, t.ex. genom att hålla med eleverna, upprepa vad eleverna sagt eller gjort, eller genom att utgå från det eleverna säger i den fortsatta diskussionen.

Läraren kan också stödja eleverna i lärprocessen på ett mer *direkt* sätt genom att hjälpa dem att etablera relationer. När eleverna t.ex. uppmärksammar mellanrum angående hur eller vad de ska göra, kan läraren hjälpa dem direkt genom att ge instruktioner för att på så sätt försöka fylla mellanrummet. Lärares s.k. scaffolding, eller stöttning (se t.ex. Wood, Bruner & Ross, 1976) i form av t.ex. instruktioner anses ibland vara opassande (jfr. Verenikina, 2003). Men man kan tydligen inte generellt säga att det är inkorrekt att stötta och ge instruktioner. I vissa situationer visar det sig ovan vara befogat med någon form av stöttning och instruktioner för att eleverna ska kunna gå vidare i sitt lärande (jfr. även Lidar et al., 2005). Direkta relationer kan ibland också etableras genom att läraren själv förklarar något genom att ge exempel och berätta hur något inom skolans naturvetenskapliga språkspel ser ut eller fungerar, ibland även genom att också visa artefakter och experiment.

Runesson och Mok (2004) hävdar att för att ett visst lärande ska kunna ske behövs en variation kring företeelsen ifråga, dvs. för att kunna urskilja och observera något måste det finnas en kontrast eller variation (jfr. även Marton & Booth, 2000). Runesson och Mok (a.a.) ger därför följande råd för hur lärande kan främjas:

Take as your point of departure the capabilities you want them [the students] to develop. What do you want your students to learn? What is critical for this learning and for this way of understanding? Make it possible for the learners to discern those features that are critical for that learning (a.a., s. 65).

De tillägger dock att det inte är säkert att det är vad läraren undervisar om som eleverna lär sig. Nej, lärprocessen är mer komplicerad än så. Lärprocessen startar genom att ett problem (eller mellanrum [Wickman & Östman, 2002a]) uppmärksammas (Dewey, 1925/1958), t.ex. genom urskiljande och påvisande av variation. Det är först därefter som relationer kan etableras, vilket också kan ske genom urskiljande och påvisande av variation. Med hjälp av Wickmans och Östmans (2002a, 2002b) metod för att analysera tal och handling blir denna komplexitet i lärprocessen och dess stödjande tydliggjord, när man studerar hur lärare interagerar med elever som behöver hjälp att skapa mening i mötena med det nya språkspelet. Genom att studera lärares handlingsmönster blir det också tydligt att rollen som rationell auktoritet också inkluderar en form av didaktisk fingertoppskänsla (jfr. Frost, 2003) för att reflektera och agera på elevers behov. Lärares s.k. PCK (t.ex. Shulman, 1987) och PCxK (Barnett & Hodson, 2001) tycks i

denna studie handla om denna fingertoppskänsla, där innehåll, pedagogik/didaktik och kontext sammanflätas (jfr. Segall, 2004), och kommer till uttryck i lärares didaktiska handlingsmönster.

Lärares didaktiska fingertoppskänsla tycks handla om att vara uppmärksam på och att kunna urskilja när och med vad elever behöver hjälp för att kunna gå vidare i mötet med det nya språkspelet, eller med andra ord att vara uppmärksam på vilka mellanrum eleverna tycks uppmärksamma respektive vara i behov av att uppmärksamma (önskvärda mellanrum) och därmed för vilka relationer eleverna saknar i det specifika mötet. Men den didaktiska fingertoppskänslan handlar också om att vara lyhörd och uppmärksam på vad i lärandeinnehållet som kan vara nytt eller svårt och vad eleverna inte kan känna till per automatik. Det handlar alltså om att förnimma vad som behöver urskiljas (jfr. Runesson & Mok, 2004) och uppmärksammas för att göra det möjligt för elever att se vad som är figur och vad som är bakgrund (jfr. Marton & Booth, 2000; Säljö & Bergqvist, 1997) och därmed hjälpa dem att uppmärksamma önskvärda mellanrum, som de kanske inte kan uppmärksamma på egen hand. På så sätt kan det göras möjligt för elever att etablera i sammanhanget relevanta och önskvärda relationer genom att sätta de nya erfarenheterna i ett känt sammanhang. Vidare måste läraren känna till hur de uppmärksammade mellanrummen kan fyllas och vilket innehåll som är relevant i situationen. Läraren behövs med andra ord som stöd för att skapa mening (jfr. ZPD, Vygotsky, 1978). Det medför också att läraren själv måste vara insatt i språkspelet för att kunna se vad som saknas i den specifika situationen och hur detta ska kunna tillföras, men också medveten om att konventionerna inom språkspelet kan vara fler än vad man anar och ofta implicita. Det är lätt att bli mer eller mindre hemmablind när man vant sig vid ett språkspel och därmed ta konventionerna för givna. Det är här som lärares didaktiska fingertoppskänsla kommer in. Den är inte statisk eller något man kan peka på utan den är dynamisk och kontextberoende (jfr. Barnett & Hodson, 2001) och kommer till uttryck i lärares handlingar (inklusive tal). Den är också erfarenhetsbaserad, precis som annat lärande – lärares re-aktualiserade erfarenheter om läroprocesser transformeras i nya specifika möten med elever i deras lärsituation. Exempelvis beskriver van Driel, de Jong och Verloop (2002) hur lärarstudenter utvecklar sin PCK främst under den verksamhetsförlagda utbildningen i skolan (och förmodligen stannar inte deras utveckling för att de tar lärarexamen). Att vara en rationell naturvetenskaplig auktoritet med didaktisk fingertoppskänsla för situationen handlar med andra ord om att vara en kunnig, lyhörd och flexi-

bel lärare inom skolans naturvetenskapliga språkspel, samt att kunna sätta sig in i elevernas perspektiv.

Den didaktiska fingertoppskänslan kan jämföras med att vara guide i en djungel – man måste känna till vartenda snår i djungeln för att kunna visa på var man kan gå fel eller ta snedsteg och snubbla (dvs. känna till språkspellet och kunna ämnet), men också veta hur man hittar lättaste vägen och hur man tar sig ur (etablera relationer/lösa problem) när man fastnat i t.ex. en lian (uppmärksammat mellanrum/problem) så att man kan komma vidare. Att bara stå och föreläsa är ingen konst jämfört med att vara en ”guidande” lärare. Vygotsky hävdar som tidigare nämnts att den lärare

som lösts från tvånget att undervisa [måste] veta betydligt mer än tidigare. När allt kommer omkring behöver man kunna ytterst lite för att undervisa, men för att leda eleven till egen kunskap måste man kunna väldigt mycket mer (Lindqvist, 1999, s. 238).

En medvetenhet om vad lärares kompetens kan innebära och hur den kan komma till uttryck skulle förmodligen öka chansen till att utveckla den situationella didaktiska fingertoppskänslan för vad, hur, varför, för vem och när...

## 11.5 Utveckling av analysinstrumentet för klassrumssamtal – en utveckling av lärares yrkesspråk

Wickmans och Östmans analysmetod<sup>173</sup> är utvecklad för att kunna analysera samtal och handling och kan användas för analys av i stort sett vilket samtal/handling som helst. I skolverksamheten förs många olika samtal, men i det institutionaliserade klassrumssamtalet mellan lärare och elever under laborationer, där syftet är av didaktisk karaktär, dvs. att lära och att hjälpa till att lära och skapa mening, används samtalet ibland på ett lite annorlunda sätt. Jag har därför i mina analyser funnit behov av att utveckla de begrepp Wickman och Östman använder.

Wickman och Östman ser olika möten som betydelsefulla för meningsskapandet. Det handlar om människors möten med omgivningen i form av t.ex. artefakter och människor och deras handlingar (inklusive tal), men även med sina egna tidigare erfarenheter. Som jag beskrivit ovan går jag i mina

---

<sup>173</sup> Se kapitel 6.

analyser ett steg längre och försöker beskriva det som människors möten med *interaktionserbjudanden* hos omgivningen, dess artefakter och människors handlingar och även hos sina tidigare erfarenheter.

Man kan i resultatet ovan se hur lärarens handlingar (inklusive kommunikation) i skolverksamheten utgör en form av något som jag benämner *lärarens didaktiska handlingsmönster*. Det är handlingar som tycks ha som syfte att på ett eller annat sätt stödja eleverna i deras läroprocess i olika möten. Som tidigare nämnts påpekar Dewey (1925/1958; jfr. Biesta & Burbules, 2003) att det är först när man upptäcker ett problem (dvs. uppmärksammar ett mellanrum) som läroprocessen kan starta och man kan börja lösa problemet, dvs. fylla mellanrummet genom att etablera relationer. I skolans värld tycks detta ibland ha anammats i användningen av den s.k. IRF-strukturen i klassrumssamtal, vilket syns tydligt vid flera tillfällen i det empiriska materialet. Denna samtalsstruktur har många gånger kritiserats, vilket nämns i kapitel 3, då man bl.a. ser den som ett styrinstrument, där läraren kan visa sin makt i klassrummet (jfr. Aukrusts diskussion, 2003). Men ibland tycks syftet vara att läraren vill initiera ett problem, dvs. försöka få eleverna att uppmärksamma ett mellanrum – ett ur didaktisk synvinkel, i situationen, *önskvärt mellanrum* – för att kunna gå vidare och lära något specifikt (se avsnitt 10.2 A1-A2). Det önskvärda mellanrummet tycks behövas för att göra det möjligt att etablera vissa relationer. Denna form av didaktiskt handlingsmönster – att försöka uppmärksamma elever på önskvärda mellanrum – kan förekomma i flera olika situationer. Det kan vara för att starta upp ett nytt arbetsområde eller ett nytt tema. Men det förekommer även i situationer där läraren tycks uppfatta (med sin didaktiska fingertoppskänsla [jfr. Frost, 2003]) att en eller flera elever resonerar utifrån s.k. inkorrekt relationer, dvs. som om de ännu inte uppmärksammat ett visst mellanrum (jag benämner detta *av eleven/den lärande ännu ej uppmärksammat mellanrum*, eller *för eleven ännu dolt mellanrum*) (se t.ex. avsnitt 10.2, A2, exempel 1-3). Dessa ännu ej uppmärksamade mellanrum (alternativt inkorrekt relationer), tycks ha att göra med en brist på erfarenheter inom språkspelet.

Ett didaktiskt problem kan uppstå då elever uppmärksammar vad jag kallar *för eleven distraherande mellanrum*, dvs. mellanrum som dröjer kvar och därmed kan störa uppmärksamheten på andra viktiga mellanrum (se t.ex. avsnitt 9.1, B1-B2). Det verkar nämligen som om det är så att för att kunna uppmärksamma ett visst (önskat) mellanrum måste vissa saker stå fast (jfr. Wittgensteins jämförelse med ett gångjärn, § 655, 1969/1992), dvs. man behöver vissa tidigare erfarenheter som man kan utgå ifrån när nya mellan-

rum ska uppmärksammas och relationer ska etableras. Många gånger tycks dessa distraherande mellanrum dessutom vara *för läraren ännu dolda mellanrum* i samtalet (se avsnitt 9.1, B1-B2). Det tycks vara vanligt att distraherande mellanrum uppmärksammas i s.k. språkspelskrockar, dvs. när man talar inom varsitt språkspel, när man helt enkelt tycks tala bredvid varandra (jfr. även diskussionen i avsnitt 11.3). I klassrummet förekommer det t.ex. att läraren för en längre monolog (jfr. Lemke, 1990), där eleverna inte får chans att yttra eventuellt uppmärksammade mellanrum, utan dessa får dröja kvar och distrahera uppmärksammandet av de kanske önskvärda mellanrum som läraren försöker uppmärksamma eleverna på. Det kan t.ex. vara termer som läraren använder som eleven inte förstår. I ett vanligt samtal mellan ett par (jämlika) personer blir ev. mellanrum troligen lättare uppmärksamade av båda parter. Därför reds dessa mellanrum förmodligen ut direkt i samtalet, eller byter man riktning på samtalet eller byter samtalsämne. Men när fler deltar i samtalet finns risken att en del (i detta fall främst elever) inte vill visa att de inte hänger med i resonemanget. I ett klassrumssamtal med 20-30 elever och en lärare, som tidigare nämnts, drivs samtalet många gånger vidare i samma riktning av övriga deltagare, vilket gör att ett eventuellt kvardröjande mellanrum t.o.m. blir ett distraherande mellanrum, som kan hindra att andra viktiga mellanrum uppmärksammas. Därmed kan etablerandet av viktiga relationer utebli. För läraren kan det i sådana situationer vara svårt att uppfatta eventuella signaler om att mellanrum uppmärksamats. Det gäller då därför att ha en didaktisk fingertoppskänsla för sådana situationer där distraherande mellanrum kan uppmärksammas, så att de kan fyllas med lämpliga relationer. I exemplen i kapitel 9 uppfattade läraren tydligen inte alltid de distraherande mellanrummen, eller kanske de tycktes vara för krångliga för att reda ut, vilket ibland ledde till byte av samtalsämne från lärarens sida (ex. avsnitt 9.1, B2).

Enligt Loghran et al. (2004) behöver lärare ett språk för att kunna tala om vad de gör, dvs. de behöver explicitgöra sina didaktiska handlingsmönster. Genom att kunna tala om t.ex. önskvärda mellanrum, distraherande mellanrum och ännu ej uppmärksamade mellanrum (dvs. de nya analysbegreppen) blir det didaktiska handlingsmönstret belyst för lärare ur ett nytt perspektiv. Det gör det möjligt att även kunna se hur och med vad mellanrummen kan fyllas, dvs. hur läraren kan hjälpa elever att etablera relationer till tidigare erfarenheter för att komma vidare. Det handlar med andra ord om att stötta eleverna och hjälpa dem i deras möjliga/proximala utvecklingszon, ZPD (jfr. Vygotsky, 1978). Det innebär dock att läraren måste känna till och vara väl förtrogen med såväl det aktuella naturvetenskapliga

språkspelet som skolans aktuella naturvetenskapliga språkspel (i detta fall skolans naturvetenskapliga språkspel om elektricitet, ellära).

Som lärare kan man inte enbart handla generellt efter vilka s.k. misconceptions som anses vara vanliga enligt forskningen. Eftersom det är olika mellanrum som uppmärksammas av olika elever och i olika situationer, dvs. eftersom lärandet är situerat, måste även lärarens insatser vara situerade, vilket kräver en didaktisk fingertoppskänsla för situationen (inklusive för ämnet och dess didaktik). Blivande lärare, och även verksamma lärare, behöver därför bli uppmärksammade på att vi använder oss av olika språkspel i olika verksamheter och att mellanrum av olika slag kan och behöver uppmärksammas och fyllas för att kunna hjälpa elever med deras erfarenanden. En konsekvens av ovanstående resonemang är att det nära samtalet mellan lärare och några få elever i skolan är viktigt ur ZPD-synpunkt, och en konsekvens av detta i sin tur borde bli att skolan inte kan ha för stora klasser – läraren hinner inte delta i samtal med alla elever om klassen är för stor. I vissa sammanhang arbetar eleverna kanske mer självständigt, men även då är det viktigt att läraren är medveten om risken för språkspelskrockar i elevernas samtal för att t.ex. kunna undvika eventuella distraherande mellanrum.

Genom att använda ett språk med bl.a. den ovan utvecklade och beskrivna vokabulären (de nya analysbegreppen) kan lärares handlingsmönster också få möjlighet att förändras – dvs. ett lärande för läraren sker (jfr. Sfard, 2000; Wickman & Östman, 2002b) och därmed en utveckling av lärares didaktiska fingertoppskänsla. Att tala om och skilja på lärares *teoretiska* kunnande och lärares *praktiska* arbete är olyckligt ur detta perspektiv. Det är ju med hjälp av sitt didaktiska kunnande, dvs. sitt sätt att se på lärande och kunskapande och därmed användandet av sin didaktiska fingertoppskänsla, och de syften man utgår från, som man arbetar med lärprocessen inom verksamheten. Inte skiljer man på en läkares eller jurists teoretiska kunnande och praktiska arbete. Det är ju invävt i vartannat som en helhet annars kunde ju olika personer arbeta med t.ex. det kirurgiska teoretiska kunnandet respektive det kirurgiska praktiska arbetet – det låter som kvacksalveri. Teori och praktik måste nog, som Dewey (Biesta & Burbules, 2003) säger, ses som en helhet.

Loughran, Mulhall et al. (2004) menar att lärares kunnande är svårfångat och att det inte finns något språk för att uttrycka lärares kunnande på ett adekvat sätt. I studien har jag därför försökt belysa lärarrollen genom att

med hjälp av den utvecklade analysmetoden (Wickman & Östman, 2001, 2002a, 2002b) sätta ord på delar av det som ibland betecknas som lärares ”tysta kunskap”. Detta kan fungera som påminnelser för läsaren om hur interaktionen mellan elever och lärare ser ut i tal och handling i en NO-klassrumspraktik, då denna interaktion ofta annars tas för given. Genom att ha ett språk för hur interaktion och meningsskapande sker, dvs. att kunna tala om t.ex. uppmärksammande av mellanrum, såväl önskvärda mellanrum, distraherande mellanrum och ännu ej uppmärksammande mellanrum samt etablerande av relationer, framträder lärarens roll på ett klarare sätt. Det blir då möjligt att tala om, studera och utveckla lärande och undervisning, dvs. meningsskapande i skolan, och därmed lärarens roll som rationell auktoritet (jfr. Weber, 1956), på ett mer konkret sätt, såväl för läraren i skolpraktiken som i framtida forskningsstudier. Man kan tala om lärares lärande på samma sätt som ovan gjorts om elevers lärande. Det är först när vi som lärare ser variationen (jfr. Marton & Booth, 2000) på hur relationer kan etableras i NO-undervisningen som problem eller mellanrum kring det konkreta meningsskapandet kan uppmärksammas av läraren. Och enligt Dewey (1925/1958) är det först när ett problem uppmärksammas som det kan lösas, dvs. det är först då som nya relationer kan etableras av lärare till hur i detta fall NO-undervisningen kan utvecklas för att hjälpa elever att skapa mening i skolans naturvetenskapliga språkspel.

Genom att kunna sätta ord på vad denna fingertoppskänsla är, vilket jag försöker göra med hjälp av denna analysmetod och med tillägg för nya analysbegrepp, ger analysmetoden på detta sätt lärare, inte bara ett språk för att beskriva lärarens kunnande, utan också ett verktyg som kan användas i lärarprofessionen. Detta språk och verktyg kan förhoppningsvis hjälpa till att utveckla såväl lärares som elevers lärande.

## **11.6 Validitet - reliabilitet – tillämpbarhet**

Att studera en verksamhet som skolans NO-verksamhet, som är välbekant för mig som forskare – jag har själv gått i skolan som elev och dessutom arbetat många år som lärare i just de naturvetenskapliga ämnena – kan vara till både nackdel och fördel. En nackdel kan vara att det finns en risk för att jag tar en del för givet och blir ”hemmablind” och bara ser det jag som lärare (respektive elev, fast det är länge sedan) är van att se och därmed inte uppmärksammar andra företeelser i klassrummet. Men man kan också se det som en fördel, då jag tack vare min erfarenhet av liknande miljöer och liknande situationer kan sägas ha en viss sorts glasögon och därmed inte

behöver lägga energi på att studera allt alltför ingående utan kan fokusera på samspelet mellan lärare och elever och deras omgivning samt elever sinsemellan i det specifika klassrummet. Analysmetoden i sin tur fungerar dessutom som ytterligare ett förstoringsglas och hjälper mig att gå på djupet och fästa blicken på just det som jag har för avsikt att studera – klassrumskommunikationen som gör interaktionen möjlig.

Som tidigare nämnts är det övergripande syftet med didaktisk forskning att ge professionella lärare, skolledare och politiker ett underlag för att kunna grunda sina beslut inom skolverksamheten på vetenskaplig grund (Ström-dahl, 2003). Även lärarstudenter, lärare och forskare måste väl räknas till den skara som använder forskningsresultat. Oavsett vem som använder forskningsresultaten är det viktigt att vara medveten om att didaktisk forskning oftast är forskning om människor i en verksamhet, och kan därför räknas som människovetenskap (Molander, 2003). Studier kan göras på olika sätt. Genom att studera meningsskapande processer i det autentiska klassrummet *in situ* blir det möjligt att se lärprocessen i ett annat perspektiv än t.ex. i intervjuer med lärare och elever. Eftersom varje klassrumssituation och varje möte utgör unika situationer är det inte möjligt att dra universellt generella slutsatser från en studie som denna (jfr. Guba, 1981). Människors handlingar är kontextbundna och därmed inte generella (jfr. Biesta & Burbules, 2003; Wittgenstein, 1953/1996). Men då situationerna i de olika delstudierna är hämtade från en och samma slags praktik – skolans naturvetenskapliga praktik – kan en viss kontinuitet urskiljas. Det innebär att den som befunnit sig i en klassrumspraktik kan känna igen liknande situationer. Wittgenstein talar om *familjelikheter* och menar att t.ex. inom en familj är medlemmarna lika varandra, men de är inte identiska. Några i familjen har gemensamma drag när det gäller näsorna, andra när det gäller ögonen, öronen, hårfärgen osv., men varje individ i familjen är unik. På liknande sätt är det med klassrumssamtal och handlingar. Det finns situationer i klassrummen som kan kännas igen om man tittar på flera klassrum, men det finns också sådant som är unikt för varje klassrum. Men en person som varit i ett NO-klassrum kan ofta känna igen sig från liknande situationer. Valideringen kan med andra ord sägas ligga hos läsaren. Jag har tidigare beskrivit hur noggrannheten varit central vid transkriberingen. Genom att göra en så tät/tjock beskrivning av såväl de studerade situationerna och analysen som min tolkning av dessa, visar jag på tillförlitligheten i materialet. Några videoband hade tekniska problem, som jag nämnt. Dessa kunde då naturligtvis inte användas, men det får ingen avgörande betydelse för de slutsatser

som dras kring de samtal och handlingar som har beskrivits, då det främst är de specifika situationerna som studeras.

## 11.7 Implikationer

### *Implikationer för skolan*

De naturvetenskapliga fenomenen, artefakterna och språket kan sällan tolkas direkt enligt naturvetenskapliga teorier (sätt att se och förklara). Man behöver känna till teorin bakom, dvs. vilket perspektiv man ska inta och hur det man erfar ska tolkas för att se och förstå vad som händer i en laboration. Man behöver stöd av någon mer erfaren inom språkspelet för att klara det. Likaså kan man inte utan hjälp känna till vilka benämningar olika fenomen och artefakter har eller vilka teorier som finns inbyggda i dem. Samtalet blir därför viktigt i klassrummet för att elever ska kunna bli medvetna om olika perspektiv. Det kräver att läraren känner till språkspelet väl för att kunna stötta och guida eleverna in i det nya språkspelet. En medvetenhet om att vi kan använda olika perspektiv när vi talar om olika företeelser är viktig för att elever och lärare ska kunna förstå varandra och för att lärare ska kunna stötta eleverna i läroprocessen. Risken finns annars att det blir som en kollega en gång sa: ”Eleverna tror att det är olika slags atomer i fysik och kemi”. I fysiken fokuserar man kanske mer på enskilda atomer, atomernas kärna och de processer som kan förekomma där, eller på elektroner som förflyttar sig – elektrisk ström. I kemin talar man mer om kemiska bindningar mellan atomer. För läraren som känner till de olika språkspelen är det inget konstigt, men för en novis är det säkert lätt att få uppfattningen att det rör sig om olika atomer eftersom man talar om dem på olika sätt i olika sammanhang (fysik respektive kemi).

Deweys (1925/1958) idé om att en central del i läroprocessen är att uppmärksamma problem (jfr. mellanrum) för att lärande ska bli möjligt får en viktig konsekvens i skolverksamheten. Det blir angeläget med ett tillåtande klassrumsklimat där elever vågar fråga och uppmärksamma mellanrum explicit, så att implicita mellanrum inte dröjer kvar och därmed inte får möjlighet att bli fyllda med relevanta naturvetenskapsspråkliga relationer. Lindahl (2003) noterar att elevers bristande intresse för naturvetenskap inte beror på att innehållet är svårt eller ointressant, utan på undervisningen. ”Eleverna förstår sällan meningen med att lära sig ett visst innehåll, göra en laboration eller vilken betydelse detta har i andra sammanhang och i deras egna liv. De får helt enkelt inte tillräcklig hjälp att se sammanhangen” (a.a., s. 239). Det handlar åter igen om att samtala om hur man kan tolka olika

företeelser och hur det kan relateras till elevers tidigare erfarenheter. Olika interaktionserbjudanden som fokuseras under en laboration ger olika möjlighet att tala om olika saker. Beroende på om instruktionen är ”att göra” eller ”att beskriva” eller ”att förklara” talar eleverna om olika saker och lär därmed olika saker. För att som lärare kunna hjälpa eleverna att erfara det nya språkspelet på ett relevant sätt så att varje elev känner delaktighet, kan man misstänka att även klasstorleken bör ha betydelse för vad och hur elever får möjlighet att samtala om och därmed för att lära.

Colneruds (1988) studie visar att s.k. elever med svårigheter inte får mer hjälp i en mindre klass än i en större, snarare tvärtom. Det är elever utan svårigheter som får hjälp flest gånger i en mindre klass. Därför finns tydligen ingen anledning att minska klasstorlekarna. Men då har man studerat *antal gånger* man får hjälp, inte längden av hjälpen eller innehållet i hjälpen. Dessutom tyder Colneruds resultat på att även s.k. elever utan svårigheter behöver hjälp, vilket kan förstås om man betänker att det ofta är helt nya områden för eleverna som de arbetar med. I en stor grupp måste det bli svårare för läraren att kunna använda sin didaktiska fingertoppskänsla och därmed att kunna stötta eleverna i deras meningsskapande. Varje elev får också mindre tidsutrymme ju större klassen är, för att kunna ställa frågor till och samtala med läraren, vilket leder till att det finns risk för att implicita mellanrum inte får möjlighet att explicitgöras och därmed fyllas. Det kan i sin tur leda till att distraherande mellanrum kan störa meningsskapandet i klassrummet. Samtal elever emellan borde också bli mindre högljudda och därmed mindre störande i en mindre klass (det blir färre att överrösta).

### ***Implikationer för lärarutbildningen/kompetensfortbildningen***

I analogi med elevers lärande kan man tala om lärares lärande och utveckling som didaktiker. Även lärares didaktiska lärande i specifika möten med elever kan ses som en transformering av re-aktualiserade erfarenheter av tidigare möten med elever och deras lärandeprocess. Det gäller att känna till olika lärandeperspektiv eller olika språkspel om lärande och vilka olika interaktionserbjudanden respektive språkspel kan leda till för läraren i mötet med eleverna i den konkreta situationen. Man kan tolka elever som svagpresterande, bärande på en massa ”misconceptions”, som själva ska lära på ett induktivt sätt. Då handlar man som lärare efter det. Man kan också tolka elever som lärande deltagare i ett nytt språkspel, där de behöver en guide som stöd i olika möten, för att synliggöra och kanalisera interaktionserbjudanden så att elever får möjlighet att erfara världen på ett nytt sätt, ur ett nytt perspektiv. Det leder till andra didaktiska handlingsmönster

från lärarens sida och därmed en annan form av didaktisk fingertoppskänsla, såväl för situationen som för ämnet och dess didaktik. Utvecklandet av denna *situerade ämnesdidaktiska fingertoppskänsla* måste ingå i lärarutbildningen. Ett av de verktyg som då skulle kunna användas är t.ex. en kombination av Wickman och Östmans analysbegrepp och mina här framkomna nya analysbegrepp för didaktisk analys av klassrumssamtal.

I föreliggande avhandling har Wickmans och Östmans analysverktyg utvecklats för att ge lärare möjlighet att tala om vad som sker i lärprocessen när lärare och elever kommunicerar, dvs. det ger lärare ett didaktiskt språk. I förlängningen kan denna utveckling av lärares yrkesspråk ge lärare möjligheter att effektivisera klassrumskommunikationen och på så sätt ytterligare stimulera elevers lärande inom skolans naturvetenskapliga språkspel. Det ger också utmaningar angående hur man kan stötta elever i deras diskussioner sinsemellan. På sikt skulle medvetenheten om och användningen av detta yrkesspråk, som bygger på hur lärare och elever talar och handlar, även kunna gynna det naturvetenskapliga språkspelets utveckling.

Meningen med avhandlingen är inte att ge direktiv till lärare hur de ska handla för att effektivisera verksamheten. Meningen är heller inte att värdera det som sker i klassrummet. Poängen ligger i att med en närgående analys av detta slag, kan insikten och medvetenheten om hur lärprocessen fungerar förhoppningsvis öka. Utifrån sina syften kan läraren med hjälp av denna medvetenhet utveckla verksamheten och sin didaktiska fingertoppskänsla och därmed sitt didaktiska handlingsmönster – så att det inte blir för eleverna som för Snobben.

En av Snobbens vänner berättar för de övriga vännerna:

– Jag har lärt Snobben att vissla idag!

Efter en stunds iakttagande av Snobben säger de andra vännerna:

– Men Snobben kan ju inte vissla!?

– Nej, jag sa att *jag* har lärt honom att vissla, inte att *han* har lärt sig...

### ***Implikationer för forskningen***

När man studerat dessa lärare och elever i deras verksamhet har det väckts fler frågor än vad som kan ges svar på inom ramen för denna avhandling. Några av dessa frågor tar jag upp i detta avsnitt.

På samma sätt som lärare ges ett språk i denna avhandling ges även forskare ett utvidgat språk för att tala om klassrumskommunikation. Liksom IRF-

strukturen kan ses i flera klassrumssamtal oavsett ämnesområde kan Wickmans och Östmans analysverktyg användas för att studera samtal oavsett samtalsämne. De nya analysbegrepp som jag i denna avhandling utvecklat kan förmodligen även ses inom andra ämnesområden i skolans värld. Det vore därför intressant att testa dessa nya analysbegrepp (önskvärda mellanrum, distraherande mellanrum och ännu ej uppmärksammade mellanrum) och studera hur samtal och handlingar, användningen och hanteringen av instruktioner, artefakter och språk ser ut i andra arbetssätt (mindre progressiva) och i andra kunskapsområden inom skolans naturvetenskapliga språkspel och vilka interaktionserbudanden som kan ges där.

Läroböcker har inte berörts nämnvärt i denna avhandling, men en forskningsfråga som väckts handlar om vilka interaktionserbudanden som dessa kan ge. Dessutom kan man fråga sig hur läromedelstillverkare arbetar med att utveckla laborationsutrustning, laborationsinstruktioner och övrig litteratur.

Något som kan vara tankeväckande i denna avhandling är hur familjelika de tre NO-gruppernas arbete faktiskt är, trots att det är olika människor från olika skolor, lärarna har förmodligen utbildats på olika ställen vid olika tillfällen, de använder olika artefakter, olika läroböcker och instruktioner och ändå är arbetet i de tre skolorna så lika... Eick och Reed (2002) beskriver hur lärares tidigaste erfarenheter av sina egna lärare präglar deras eget arbete. Det blir som ringar på vattnet. Intressant vore därför att studera hur lärarutbildningens didaktiska del ser ut med utgångspunkt från ovan beskrivna analysbegrepp, dvs. en form av fördjupning av Lager-Nyqvists (2003) studie. Hur gör man för att hjälpa lärarstudenter att transformera sina tidigare didaktiska erfarenheter i möten med nya? Hur ser lärares lärande om didaktik ut? Vilka former av didaktiska mellanrum uppmärksammas inom lärarutbildningen och vilka didaktiska relationer etableras? På vilka sätt arbetar man idag med att utveckla lärares didaktiska fingertoppskänsla?

## 12 ENGLISH SUMMARY

### Interactions in Laboratory Classroom Activities

– A study of what meaning making can be afforded to students in their 7th year at school in encounters with laboratory activity instructions, artefacts and language within Elementary Electricity, and of teachers' didaktik<sup>174</sup> action patterns in such encounters.

### 12.1 Background and aims

#### 12.1.1 Introduction

Reports from studies like PISA (2003 and 2006) and TIMSS (1996, 2003 [Skolverket, 2004]) reveal how Swedish students' knowledge within natural science subjects is deteriorating in comparison with other countries. Several studies have been made showing students' learning in relation to what they ought to know according to school objectives and teaching aims (see e.g. Helldén, Lindahl & Redfors, 2004), the results of which are often depressing. By tradition research has so far often focused on describing work at school in terms of "how it ought to be rather than how it really is" (Carlgren, 1999, p. 23), that is, in normative rather than analytical terms. This thesis concerns students' learning *in situ* in the authentic classroom with the learning process itself forming the focus of the analysis. According to the mass media and research on teaching and learning, such as Lindahl (2003) and the ROSE project<sup>175</sup>, the interest in continuing with further studies in natural sciences and technology in Sweden, as well as in other western countries, has decreased in recent years. Lindahl (2003) has shown,

---

<sup>174</sup> The term *didaktik* is here used in a German and Scandinavian way. Seel (1999, p. 85) define didaktik as the science of the profession of teachers: "The further development of Didaktik as the science of the profession of teachers proves to be important and a connection with the German 'bildungstheoretische Didaktik' seems to be promising. The new concept of Didaktik has to be understood in a comprehensive way; in addition to a theory of teaching it also includes a theory of Bildung and a theory of school as an educational institution..."

<sup>175</sup> ROSE = Relevance of Science Education. The ROSE project, which has been initiated and conducted by Professor Svein Sjøberg at Oslo University, Norway, involves more than 40 countries.

however, that it is not the scientific contents per se that are considered difficult or boring by the students. It is rather the failure of teaching to help the students to discover meaningful contexts that makes the students less interested in natural sciences than in other school subjects.

The students seldom understand the meaning of learning certain contents, of doing laboratory work or the effects this may have in other contexts and in their own lives. They simply do not get sufficient help to understand the contexts (ibid. p. 239).

Dysthe (2003e, p. 39) claims that “the will to learn depends on the experience of its meaningfulness”. Lindahl’s conclusion together with Dysthe’s claim thus makes it interesting to study in greater detail how meaning is created in science classes as well as to find out what help the students are given to facilitate their learning.

Swedish curricula and secondary school regulations throughout the 20th and early 21st centuries have generally been based on the primary concept of natural science as being experimentally based (cf. Lunetta et al., 2007). Consequently, it has been asserted that experiments of various kinds are important means of visualizing phenomena and scientific theories with a view to learning and understanding science. Several studies have demonstrated that laboratory involves a variety of aims (as described, for instance, by Lunetta et al., 2007; Hult, 2000 and White, 1996). They include cognitive arguments, skills arguments and affective arguments, according to Wellington (1998). Whether it is possible to fulfil these aims in laboratory work has, however, been questioned from several corners (including Hofstein & Lunetta, 1982; Woolnough, 1991; White, 1996; Wellington, 1998; Kirschner & Huisman, 1998; Jenkins, 1999; Hult, 2000; Lindahl, 2003 and Lager-Nyqvist, 2003). Lunetta et al. (2007) would like to see more research into the sources behind the differences between the learning goals and the structure of laboratory work. This thesis aims at elucidating what aims are in evidence in a Swedish school and what school activities are offered to pursue these aims.

The interpretations and executions of the recommended working methods in schools have oscillated between extremes like lecturing alone, where students are expected to memorize the teacher’s words, on one hand, and explorative work, where the students and their questions are in focus and where the students are supposed to find out on their own how the world spins, on the other. By “doing” and by “asking questions” themselves stu-

dents learn, is the argument, partly inspired by Dewey's early work (Kroksmark, 1989/1998). Continually discussing and testing various work methods in this way indicates that too little is known about students' learning processes and the complex interplay processes involved (Dysthe, 2003d). This includes the interplay with artefacts (lab material) in laboratory work. According to Waltz (2004), artefacts or mediating resources are commonly regarded as objects vis-à-vis subjects, whereas they should be viewed as participants in activities together with the students, since they contribute to establishing and maintaining classroom science. Waltz calls for more research in that direction. This study concerns how laboratory equipment gives rise to interactions in the form of a so-called IDRf structure<sup>176</sup> (cf. Mercer & Wegerif, 1999, who studied interactions with computers). Lemke (1990) also asserts the importance of *talking about* science and maintaining a dialogue about what takes place during a lab session (cf. Dysthe 1996). Even Comenius (cf. Kroksmark, 1989/1998) stated that talk is essential to the learning process. Studying classroom communication thus becomes important in order to understand these learning processes, according to Dysthe (2003a) and Evaldsson et al. (2001). Lunetta et al. (2007) call for research on the nature of the guidance that the teacher and the curriculum materials provide for the students. This is why this thesis focuses on classroom interactions involving artefacts, peers as well as the teacher *in situ* in the authentic classroom.

The importance of the teacher for students' meaning making is also elucidated in the thesis. Lunetta (1998) is of the opinion that research on how teachers may help to further students' so-called conceptual development is still at an initial stage and that continued research in the field is therefore vital. Frost (2003) wants to see more research on issues like teachers' common sense (*nous*) or so-called finger-tip sensitivity, as expressed in various contexts, which would comprise teachers' "situational understanding" but also "sources of authority for teacher leadership". This study includes analyses of teacher-student interaction in students' meaning-making encounters with science at school where it turns out that the students need support to be able to proceed. It also discusses in what ways teachers may help and support the students in these encounters, in other words, how the teachers' so-called finger-tip sensitivity finds expression in their didactic action patterns at students' meaning making.

---

<sup>176</sup> I = *initiation*, D = *discussion*, R = *response*, F = *feedback*. IDRf is a further development of IRF/IRE (E = *evaluation*) in studies by Sinclair & Coulthard (1975) and their followers.

For these reasons studying school science activities involving laboratory sessions and equipment is of value, as well as studying how meaning is made with their help and together with peers and teachers, that is to say, what meaning contents are afforded to students in the various interaction processes that arise. I have chosen to make a closer study of these interaction processes when students are at work in the electricity knowledge area in the 7<sup>th</sup> year of the compulsory school. Even though this knowledge area is among the ones most studied within science education research it is, however, primarily students' conceptual ideas of electricity phenomena that have been in focus (cf. Duit, 2003/2007, 2008).

### ***12.1.2 Thesis aims***

The thesis aims at elucidating what teachers and students can do when offering and receiving meaning in learning situations in an authentic science classroom on elementary electricity, that is, how they are socialized into this knowledge area, or language game, by lab activities. The result section focuses on various aspects of these activities, presented in four chapters linked to the following four aims of the thesis:

- \* describing what laboratory activities, laboratory instructions as well as student focus and work during laboratory sessions look like in relation to the teacher's aims with these (12.4.1)
- \* elucidating what students' encounters with mediating artefacts may look like and what there is in these encounters that may be of importance to their socialization into the new language game of electricity (12.4.2)
- \* elucidating what students' encounters with science language usage and what so-called language game clashes may look like (12.4.3)
- \* elucidating in which encounters with school science language games the teacher may be needed as a support to the students in meaning making and in what ways the teacher can support the students in their learning process (12.4.4).

By means of an analysis method developed by Wickman and Östman (2002a)<sup>177</sup> it is studied how people interact with one another, but also with

---

<sup>177</sup> See a more detailed description below in Section 12.3 Analysis method.

artefacts. A fifth aim involving an attempt to expand Wickman's and Östman's (2002a) analysis method for a more specific classroom communication with the intention of being able to use this method in research contexts<sup>178</sup> and in teachers' didaktik self-analysis as well as contributing to the development of a professional language for teachers. In the course of the analysis I have found, however, that the analysis tool can be developed to set words to what teachers and students do and what they seem to be in need of in classroom interaction (cf. Loughran<sup>179</sup> et al., 2004). With the help of new analysis concepts teachers' professional language can develop – words are given to part of their silent knowledge. This also enables elucidating how teachers' know-how or *didaktik finger-tip sensitivity* (cf. Frost<sup>180</sup>, 2003) is expressed in the teachers' action patterns. In other words, it is a matter of shedding light on and expressing teachers' didaktik language game, possibly including forms of teachers' pedagogical content knowledge, PCK (Shulman 1986; 1987) or pedagogical context knowledge, PCxK (Barnett & Hodson, 2001) in a more dynamic form.

### ***12.1.3 The Electricity knowledge area in schools***

A brief history is provided of how the phenomenon of electricity has been described in educational literature (encyclopaedias and text books) from the late 19th century to our time. It is obvious that the general language game of electricity has changed a great deal, while the teaching instruments in the school language game of electricity sometimes still uses expressions, metaphors and analogies from older models or theories. It often happens that different ways of talking about electricity are mixed without clearly pointing out the differences and similarities between the various models. For a beginner it may thus be difficult to interpret and understand how it all hangs together (cf. Drechsler, 2007). Perhaps a historical perspective might help to distinguish the models, thus creating a unified whole for the students.

The contents are guided by *what* is brought up in teaching, but also by *how* it is brought up. For this reason I have also looked at what are the curricula recommendations regarding the modelling of teaching in the past century.

---

<sup>178</sup> Lunetta (1998) claims that research on how teachers may help promoting students' so-called conceptual development is only in the initial stage, which makes further research in the area essential.

<sup>179</sup> Loughran et al. (2004) call for a language that describes what teachers do and what their competence entails.

<sup>180</sup> Frost (2003) calls for more research on matters like teachers' common sense (nous) or so-called finger-tip feeling, as expressed in various contexts, that is, teachers' "situational understanding", but also on "sources of authority for teacher leadership"

It is noticeable that the educational philosophies of Swedish curricula have varied during this period from a Dewey-inspired progressivism (focusing on the student) mixed more or less with essentialism (focusing on the subject) at the beginning of the 20<sup>th</sup> century (cf. Hartman & Lundgren, 1980; Englund, 1986/2005), via a purer form of essentialism in the 1960s and a Piaget-inspired progressivism in the 1970s and 1980s with certain elements of reconstructivism (a development from Dewey-inspired progressivism focusing on the future direction of a society in transformation) and back to more essentialism with Lpo 94<sup>181</sup> (cf. Stensmo, 1994; Englund, 1986/2005).

### ***12.1.4 Theoretical starting-points***

*Language games.* In didaktik and pedagogical research it has become increasingly common to use concepts like culture, discourse and practice to demonstrate how our actions and speech depend on our social, historical and linguistic environment. Foucault uses the discourse term as “a name for all practice that produces a certain type of utterances” (1993, p. 57). This is a relevant starting-point for this thesis. The concepts of discourse and practice are frequently used more or less synonymously (cf. Cherryholmes, 1988). To further emphasize how speech and actions seem to be guided by more or less implicit rules within each particular field I have adopted Wittgenstein’s (1953/1996) term “language game”<sup>182</sup>. I speak, for instance, of students’ encounters with and socialization into the school science language game of electricity. Depending on the current language game in a situation we interact in different ways with both utterances and artefacts. The way things are perceived or noticed may thus be due to the current language game. What students perceive when encountering special artefacts and how they interact also depend on earlier experiences that are being re-actualized in the encounter (cf. Dewey, 1925/1958).

*Perspectivation.* My starting-point is that our understanding of the world around us depends on how we talk about it and act in it. In the interaction with our environment reality is constituted by the specific context of the participants, in other words by the perspective adopted (cf. Säljö et al. 2003). Through our speech and our actions specific interaction patterns are

---

<sup>181</sup> Lpo 94 (Utbildningsdepartementet, 1998) gives no recommendations or prescriptions for what work methods should be used in school. Only the aims to be fulfilled are described.

<sup>182</sup> Wittgenstein (1953/1996, §7) explains the express language game: “I shall also call the whole, consisting of language and the actions into which it is woven, the ‘language-game’ ”.

built up with specific rules and norms for different contexts or activities (cf. Evaldsson et al. 2001). This means that human ideas and human knowledge are social creations out of interplay with other people and with the environment, including its artefacts (Vygotsky, e.g. 1934/1999, 1978). Thus knowledge is socially constituted in special cultures, or language games, and exists in and by action and communication (cf. Säljö, 2000). How and what we express depend on our current language game and practice or, otherwise expressed, on our perspective. How we interpret the current environment is consequently guided by the interactions taking place in the social interplay within the specific language game.

*Interaction affordances.* In encounters within a language game including mediating resources such as artefacts and languages a number of possibilities are offered to the interactants. Gibson (1979/1986) terms this *affordances*, which may include events, activities (speech/action) or the properties of organisms, objects and phenomena in the environment which bring about interactive actions. Gibson views organisms and their environment holistically as having a mutual, non-dual relation to each other. This may be compared to the description of artefacts offered by Waltz (2004) (see 12.1). Waltz and Gibson thus do not divide the world into subject versus object<sup>183</sup>. “Behavior affords behavior” is how Gibson describes it (1979/1986, p 135). This means, for instance, that what we say or do becomes an affordance enabling other organisms or artefacts (such as can give feedback, such as a computer or a voltmeter) to act and respond. And vice versa – when the artefact gives feedback (or fails to give the expected feedback) this becomes an interaction affordance to the participants in the activity. This thesis studies students’ encounters with artefacts, experiments and other people as well as their speech and actions and, consequently, the interaction affordances offered at these encounters.

*Mediating tools.* The world is perceived differently depending on the current language game. Our relation to the world around is mediated by various socially, culturally and historically produced tools. One might say that the world is pre-interpreted by these mediating tools in the form of, for instance, language and artefacts (Vygotsky, 1978). Mediation is about the individual’s active influence on the situation in the encounter with and handling of these tools.

---

<sup>183</sup> Cf. Dewey’s (1938/1998) talk of transaction, i.e., the role you acquire depends on the context.

*Learning* is described in the thesis as taking place through active participation in meaning-making encounters in social practices. In other words, it is a matter of being socialized into and learning to speak and act within a practice and thus learning the game applying there – the language game. Learning can also be described as being able to distinguish and adapt to the current language game. How meaning is made depends on how different encounters are organized in the classroom (Wickman and Östman, 2002b), i.e., what interactions are offered and what experiences are made possible. Consequently, it is not only about *what* is said and done, but also of *how* it is said and done that is of importance to which meaning is created.

Dewey (1925/1958) describes the learning process both as becoming aware of a problem and as solving the problem, which in turn may be seen as an instance of experiencing the world around (cf. Dewey, 1938/1998). We experience all the time as we perceive the world and relate to earlier experiences (from various language games). Dewey (1938/1998) interprets learning processes as a continuous reconstruction of experiences, thus emphasizing that learning is a transformation process.

## 12.2 Method

Three teaching groups in year 7 (ages 13-14) of the Swedish compulsory school and their teachers were observed and recorded by video and sound tape during a number of science classes on elementary electricity lasting three to four weeks per group. In addition, one of the teachers was interviewed about the aims of the different laboratory sessions. The teachers and students were selected by convenience sampling, or by the principle of who were most available (Cohen & Manion, 1995).

To ensure *validity*, *relevance* and *reliability* (cf. Guba, 1981; Kvale, 1997) an extensive description is made of the theoretical perspective (12.1.4). There is also a ‘tight’ description (Geertz, 1973/1993) of participant groups, situations, analysis process and interpretation (cf. Wolcott, 1994). Furthermore, literal quotations are included.

## 12.3 Analysis method

To be able to study how meaning is made in talks and action in students’ encounters with the school science language game in authentic laboratory situations I apply the method developed by Wickman and Östman (e.g.

2002a; 2002b). Their analysis concepts include: *encounter*, *standing fast*, *gap*, *relation*, and *lingering gap*. Encounters take place continuously with other people, their speech and actions as well as with artefacts of various kinds, but also with previous experiences that are actualized in these encounters. Wickman and Östman state that communication seems to build on the fact that certain expressions in action (including speech) stand fast. These utterances are characterized by not being questioned or doubted in the prevalent situation but being taken for granted, which means that the participants can proceed with the current action without being stopped by any questions or doubts. Words and actions that stand fast are used in communication to establish relations. Sometimes, however, communicating people may show that there is in the context a relation missing to something of which they have previous experience, which leads to confusion and to noticing questions, unclear points, problems or the similar. They are then supposed to have noticed a gap. This means that the people concerned do not agree and cannot proceed with the action without taking certain measures. However, the gaps are often directly filled with relations, i.e., similarities to or differences from something that stands fast in the talk. It also happens that the noticed gaps are not filled. Then the talk is of lingering gaps, which means that what is unclear remains and the action is arrested.

The above analysis method can be used for talks and actions in general. In the classroom, however, the *aim* is to achieve specific learning, for instance that the students are supposed to learn how to talk and act within a certain language game, in this case the school science language game of electricity. In order to analyze the contents of such classroom interactions some other analysis concepts must be introduced:

*Interaction affordances.* In my analysis I start from the idea that interactions arise as a consequence of affordances (following Gibson, 1979/1986) in encounters with other people and artefacts in our surroundings. See also 12.1.4 above.

*Channelled and unchannelled mediation.* When there seems to be only one way to act on the basis of the interaction affordances provided, I use the term channelled mediation (correct or incorrect in the current language game). There sometimes seem to be several interaction affordances to choose among, which often leads to gaps being noticed. This is what I call unchannelled mediation. See also 12.4 below.

*Various forms of gaps and relations.* The analysis concept of *gaps* (see above) is used to describe that something in a talk or action is unclear. It often materializes as though people do not quite agree on the interpretation of a talk or action. In the analysis of the empirical material it turns out, however, that there may be different types of gaps depending on the situation. The gaps observed may be *explicit*, that is, expressed in a way to also make the environment notice the gap. Noticed gaps may, however, probably also be *implicit*. This means that they are not expressed in a way to make the environment notice them, for example when students do not state explicitly that they are ignorant of the meaning of a certain term used. The teacher may then believe that there are no gaps in the communication, but that everything stands fast and that it is therefore possible to proceed further.

In several situations in the empirical material it can be seen how teachers in their didaktik *action patterns* seem to try to encourage students to notice some specific problems<sup>184</sup> or gaps with a view to enabling the students to establish a certain relation. This may be seen as a form of initiation in talks having an IRF/IDRF structure. These problems that are encouraged by the teacher are called *desired gaps* in the situation. Sometimes it appears in the empirical material that certain relations have to stand fast for specific gaps to be noticed. It may happen that relations that the teacher, for instance, assumes to be standing fast actually do not do so, but that students observe what I call *distracting gaps*, as viewed from a learning perspective. Distracting gaps can be said to constitute one form of what Wickman and Östman (see above) call “lingering gaps”. However, in a context whose purpose is to learn something specific these lingering gaps disturb or distract from the establishment of certain relations and thus function as distracting gaps in the situation arisen. It often happens that these distracting gaps linger since teachers and students seem to talk at cross purposes (not realizing that their talk takes place within two different language games). This is what I call *language game clash*. This may make it difficult for the student to observe other, desirable, gaps and thus fill these other gaps with relevant relations. The distracting gaps noticed by the students can sometimes be said to be communication *gaps hidden to the teacher*. Wickman and Östman (see above) also use the analysis concept of “establishing a relation”, which they describe as a gap being filled with a relation. In talks and actions in the empirical material some established relations are *correct*,

---

<sup>184</sup> Cf. Dewey’s (1925/1958) talk on the first steps of the learning process being to notice a problem-

whereas other relations are *incorrect* from the perspective of the current language game. In several situations the teacher can be seen stating that students argue inconsistently or incorrectly within the school science language game. In other words, an *incorrect language game relation* is established by a student. This shows that the teacher has realized that there is a gap in the talk which has *not* been observed by the student. Such incorrect relations I call *gaps so far unnoticed by* or *gaps hidden from the student*. To help out on such occasions teachers often try, from their *situated finger-tip sensitivity* (a form of PCK/PCxK, expressed in the teacher's didaktik action pattern), to make the student observe a gap that is desirable in the situation.

## 12.4 Results and discussion

### 12.4.1 Laboratory activities

The activities studied might be described as a form of progressive classroom activity, being a method involving active student participation, with students working in groups and the teacher keeping in the background to allow the students to work more or less on their own so as to construct their knowledge themselves. The teachers talk about theory as something hard, standing on its own, as if practical work does not require any theoretical basis. Tables 12.1-12.3 below describe the instructions for the various laboratory sessions and a summarizing interpretation of students' activities and talks.

Table 12.1 Description of lab sessions, instructions and their purpose in Group A1, and an interpretation of students' activities and talks.

Completed lab work	Lab instructions	Purpose of lab instructions:	Interpretation of students' activities and talks <sup>*)</sup> (primarily with the teacher <sup>**)</sup> )
1. Getting a lamp to shine + other connection exercises (series and parallel connections). 2. Galvanic elements. 3. Conductivity. 4. Connection exercises with batteries and voltmeter.	1. Oral, new for every connection exercise. E.g. "get a lamp to shine brightly all the time and two lamps to shine weakly when you press the switch." 2. Oral, showing by lab equipment and drawing on the board. 3. Oral, showing by lab equipment and drawing on the board. 4. Oral, showing by lab equipment and drawing on the board. Written, according to the lab handbook.	1. Trying out how to connect in accordance with instruction, making a drawing of the connection (without explanatory text). 2. Connecting according to instructions, choosing individually which metals (ca 6-7 different metals to choose from) to test and writing down the voltmeter reading in a table. 3 a) Writing a hypothesis about which metal wire is the best conductor, b) testing the conductivity of various metal wires by the brightness of a lamp, c) writing down which metal wire is the best/worst conductor. 4. Connecting batteries in a series and parallel, measuring the voltage by a voltmeter and entering the result in the book.	1. Focusing on doing and on presenting the result (circuit diagram) – "what to do" and "how to do it". 2. Focusing on doing and on presenting the result (the table). 3. Hypothesis – guess (ignorant of the metals and of any theory of their conductivity). Focusing on doing and on discussing the brightness of the lamp. 4. Focusing on doing and on presenting the result

<sup>\*)</sup> During instructions and performance questions also arise about matters like the handling of the lab equipment (artefacts) and the meaning of some of the terms (language).

<sup>\*\*)</sup> For Group A1 references are chiefly made to recordings with the teacher at the microphone.

Table 12.2 Description of lab sessions, instructions and their purpose in Group A2, and an interpretation of students' activities and talks.

Completed lab work	Lab instructions	Purpose of lab instructions:	Interpretation of students' activities and talks <sup>*)</sup> (primarily with the teacher <sup>**)</sup> )
1. Getting a lamp to shine. 2. Connection exercises (series and parallel lamp connections). 3. Galvanic elements. 4. Connection exercises (series and parallel battery connections).	1. Oral, showing by lab equipment. Written, according to the lab handbook. 2. Oral, showing by lab equipment. Written, according to the lab handbook. 3. Oral, showing by lab equipment. Drawing table on the board with four metal combinations for all to test, the rest by individual choice. Written, according to the lab handbook. 4. Oral, showing by lab equipment. Written, according to the lab handbook.	1. Connecting flexes to a battery and one and two lamps, respectively, without a socket. 2. Connecting lamps in series parallel and studying brightness. 3. Connecting by instructions, first the four combinations according to instruction, then individual choice of metals (ca. 6-7 different metals to choose from) to test and writing down the voltmeter reading in a table. 4. Connecting batteries in series and parallel, measuring voltage by voltmeter and entering the result in the book.	1. Focusing on doing and on presenting the result 2. Focusing on doing and on presenting the result 3. Focusing on doing and on presenting the result. 4. Focusing on doing and on presenting the result

<sup>\*)</sup> During instructions and performance questions also arise about matters like the handling of the lab equipment (artefacts) and the meaning of some of the terms (language).

<sup>\*\*)</sup> For Group A2 references are chiefly made to recordings with the teacher at the microphone.

Table 12.3 Description of lab sessions, instructions and their purpose in Group B, and an interpretation of students' activities and talks.

Completed laboratory work	Lab work instructions	Purpose of lab instructions:	Interpretation of students' activities and talks <sup>*)</sup>
1. Static electricity. 2. Galvanic elements. 3. Connection exercises with circuit diagrams (series and parallel connections) 4. Screwing together flexes, contacts, switches and sockets. 5. House, with electric couplings (getting a lamp to shine).	1. Written. 2. Oral by board and lab equipment. 3. a) Written. b) Oral <sup>**)</sup> 4. Oral by lab equipment. 5. Oral by lab equipment.	1. Walking round the different stations performing the written tasks on static electricity and describing what happens "in their own words". 2. Connecting various metals (choosing their own combinations of four metals) and entering the voltmeter readings in a table. 3. Drawing circuit diagrams to pictures of electricity components (performing the connections) and answering questions. 4. Screwing together "ordinary" contacts etc. and testing if it works by means of a glow lamp. 5. Building a house of paper and connecting flexes, battery and lamp so that the lamp shines.	1. Focusing on doing and on presenting the result (description of what happens) 2. Focusing on doing and presenting the result (in the table). 3. Focusing on doing. The answers to the questions were entered in the notebook, e.g.: 1. Yes, 2.a lamp is shining, etc. Hard to interpret without access to the question. 4. Focusing on doing. The students work concentratedly and silently on screwing together contacts etc. 5. Focusing on doing. Topic: Choice of house colour, in which room should the lamp be, how to put the cello-tape so that the flexes are located correctly in relation to the lamp etc.

<sup>\*)</sup> During instructions and performance questions also arise about matters like the handling of the lab equipment (artefacts) and the meaning of some of the terms (language).

<sup>\*\*)</sup> Lab session 3 in Group B is done twice, the first time with written instructions alone (a) and the second time including oral instructions (b). Some students may also complete this session during an "individual choice" session.

Below follows a description of laboratory work on the basis of its aims, instructions and the students' presentations.

*The aims of laboratory work.* The aim of natural science in school, according to the teacher interviewed, is for the students to learn a kind of civic knowledge through general basic knowledge. It is primarily a question of obtaining an understanding of the various phenomena studied during laboratory sessions, the so-called cognitive arguments. The teacher also mentions that another aim of the lab sessions is that students should think natural science is fun, which is a so-called affective argument. Judging by previous studies of the aims of laboratory work, this seems to be a relatively common view (e.g. Hult, 2000; Wellington, 1998; Lunetta et al., 2007). The aims mentioned by the teacher in the interview are, however, not al-

ways apparent in the concrete situation when the students are supposed to do the laboratory work, but often remain implicit to the students. There seems to be a general opinion that laboratory work is theory-neutral and translucent, so that the understanding of the phenomenon under study becomes obvious through the students' performance activities and through their observations of what takes place during the session. The students are then expected to draw the "correct" conclusions inductively by performing the laboratory work. If the teaching were inductive and the observations theory-neutral, one would expect that nobody would ever doubt what is being observed and performed during the laboratory work, but the students in my empirical material frequently ask questions in their eagerness to obtain confirmation from an authority (like the teacher) on whether they are doing the "right" thing, making the "right" observations and the "right" interpretations. On some occasions in the study it is even possible to see how the students try to make out the result on the basis of the questions in the instruction rather than by relying on their own observations. Thus, the students rely more on what an authority (like the book or the teacher) says than on their own observations (cf. Wickman & Östman, 2002a). To be able to draw conclusions from the laboratory observations the students, in other words, need to know the theory, i.e., how to interpret the observations, because the theory does not become obvious just by observing a phenomenon. The students often need help from an authority in the field: "Watching and doing is no guarantee for understanding", as pointed out by Säljö, Riesbeck and Wyndhamn (2003, p. 238, my translation).

*Lab instructions.* What is explicit to the students are the instructions on how the lab work should be performed, i.e., a form of skills arguments. On one hand, the interviewed teacher wants to keep the instructions as brief as possible. On the other hand, they should be as instructive as possible, so that the work can proceed more or less on its own. The instructions are often both oral and written but, regardless of which, they are largely admonishments to the students to *do* things "*this way*" or "*that*", almost like cooking recipes (cf. White, 1996; Lunetta et al. 2007). The instructions seem to function as interaction affordances to the students. On their basis the students focus on and notice gaps about the performance, about handling the artefacts they encounter, about the language of the instruction, about what happens and possibly how it is supposed to be interpreted so that it can be presented in a correct way, according to the instruction.

If the teacher's instructions are viewed as an attempt to draw the students' attention to problems to be solved (cf. initiation, IDRF), i.e., like the teacher's attempts to draw their attention to gaps, the noticed gaps seem to primarily be about how the laboratory work should be performed and how the result is to be presented. The relations established are that the work is to be done and that the result is to be presented, for instance, in the form of questions requiring short answers, of circuit diagrams or tables. This is how the students seem to react to the tasks. There is a risk that the students are so occupied with the equipment and what is to be done with it or that they focus on, for instance, filling in a table instead of understanding the scientific explanation of the result. In the instructions no explicit aims are mentioned apart from the actual performance or doing and the presentation of the result. This has the effect that the students, as soon as the task is completed, ask themselves "Was there anything else we were supposed to *do*?", "Have we *done* everything?" etc. They do not ask themselves whether they have understood or experienced anything, since no explicit aim, or gap, has been brought to their attention. In other words, the students seem to focus on the interaction affordances that the teacher has helped them explicitly via the instruction to observe – what to do – and not on the actual understanding of the phenomenon, i.e., the real aim of the work in the laboratory. The students' acting or focusing here reminds one of a study made by Marton, Dahlgren, Svensson and Säljö (1999). They show how the approach may differ when reading a text, between either a superficial, atomistic focus on the parts, or a deeper approach aiming at finding connections. This is how it seems to be for the students during the laboratory session. Many times they appear to have a superficial approach to make meaning during lab work, focusing primarily on the performance and on details instead of trying to take a holistic and deeper approach in order to try to understand and see how the aims of the session are connected. Linderoth (2004) finds similar results in his study of computer games where the students interact with the symbols of the computer game without entering into the theme of the game. Similarly, Linn, Layman and Nachmias (1987) demonstrate how students working with graphs illustrating heat and cold on a computer screen understood the graphs as such, but not very much about heat and temperature, the very phenomenon supposed to be studied. Through so-called microcomputer-based laboratories research has shown, however, that students may attain a deeper understanding of the phenomenon under study, i.e., that a deep approach really takes place (e.g. Nakleh & Krajcik, 1994). The form and contents of the instruction thus seem to constitute an important aspect of which gaps the students observe and thus get

the opportunity to fill, in other words, of what students focus on during the laboratory session and, consequently, of what they learn.

*The lab account.* How the account of the laboratory work should be performed is usually prescribed in the instruction, which is either about answering the questions provided there, filling in a table, describing what happens during various experiments or drawing circuit diagrams. What is entered in the notebook about results is often very brief, which makes the notes difficult to interpret unless the instruction questions are at hand. Since no instructions are given about explaining or describing in scientific terms, the students do not focus on that (cf. Minick, 1993; Säljö et al. 2003). The talk/dialogue that is so important for meaning making (cf. e.g. Dysthe 2003a; Lemke 1990) and the application of scientific language (terms and theories/perspectives) are totally lacking.

One may ponder whether affective arguments are only about the fun of doing something in a group or whether they involve the fact that cognitive and skills arguments have already been fulfilled, and consequently which aspect has the greatest impact on, for example, future upper secondary school choices.

#### ***12.4.2 Students' encounters with artefacts***

Group B had laboratory sessions on galvanic elements (see Table 12.3, Lab session 2). It is primarily the studies of the work of two laboratory groups (B1 and B2) that form the basis of this section. In line with Waltz (2004), artefacts may be regarded as participants in the activities, since they contribute with their affordances (cf. Gibson, 1979/1986) to the actions (including talks) that take place. They function, in other words, as mediating artefacts. This, however, does not enable us to draw the conclusion that one can start from an inductive work method and take it for granted that artefacts and experiments lack theories or mediate in one way alone, thus leading to one single way of acting and interpreting the artefacts (and experiments) in question. Instead this entails that students' encounters with theory-impregnated artefacts interact the students and artefacts in various ways, depending on factors like the lab instruction, the design of the artefacts and the students' earlier experiences of them, as well as on similar situations or other temporarily actualized experiences. The study shows that when the laboratory equipment or the artefacts (also including terminology) are relatively well known<sup>185</sup> by the participants, the interaction affordances

---

<sup>185</sup> Artefacts whose handling seems to stand fast in the action.

seem frequently to lead to one single possible or “correct” way of acting within the framework of the language game. In my description artefacts (as well as expressions in speech and action) mediate in a *channelled and, in the language game, correct manner*. This means that the relations thus established may become more relevant in the current situation and possibly entail a deeper approach. Gaps related to the artefacts are seldom noticed in these encounters (cf. Lunetta, et al., 2007). Consequently, the situational acts often stand fast, enabling actions to proceed without any problems, whether correctly or incorrectly. When the artefacts mediate clearly and correctly in the situation, relevant/correct scientific relations may be immediately established. Sometimes, especially when the artefact (term) is less well known, but where no more than one way of interacting seems at hand, i.e., only one interaction affordance, it turns out that artefacts/terms can mediate in what I call a *channelled, but in the language game incorrect manner*. It happens that students discover this so that gaps may be noticed, but sometimes the event passes without any notice, which may lead to less correct contextual relations being established. The voltmeter that was used, for example, only had a positive scale, which made that any negative readings (small recoils under ‘0 V’) were interpreted as 0 V (no voltage) in one of the laboratory groups (B2). In this case the mediation was *channelled, but incorrectly so*. Artefacts (expressions in actions and speech) of parts of artefacts that are less familiar may also lead to a choice between several interaction affordances, enabling several different relations to be established. That is to say that the artefact mediates in an *unchannelled* manner. It often happens then that the students discover gaps that need to be filled for them to get on with the action. This was the case in the other group (B1) who found the above-mentioned “zero reading” strange. The mediation was then unchannelled and probably offered several interaction affordances, which made the students notice a gap and thus gave them the opportunity to fill it.

The fact that problems (gaps) are noticed constitutes, according to Dewey (1925/1958; Biesta & Burbules, 2003) the beginning of the learning process and is thus a good thing. However, these problems must be solved in one way or the other; that is to say, relations have to be established to enable the completion of the learning process. It often happens that these noticed problems/gaps lead to discussions among the students, which sometimes enables the students to continue with their activities. One way of looking at it is that knowledge is being distributed among several people who can thus solve the problem among them (cf. Dysthe, 2003e). Discussions like these

may be viewed as part of an IDRF structure (cf. Mercer and Wegerif (1999) where the encounter with artefacts initiates problems).

Sometimes students notice gaps in their encounters with artefacts in the empirical material that they cannot sort out for themselves but need help to proceed further. Obviously, the artefact does not mediate in a neutral and objective, but in an unchannelled manner to all the students in the group. Handling the artefacts requires some idea of how to interpret them, in other words, an interpretational perspective, or what may be called a theory to start from. This may lead to the students asking the teacher for advice on how to interpret the situation and/or the artefacts. It is evident that the teacher is needed to help establishing new relations, i.e., distinguishing, experiencing and channelling the interaction affordances given in the encounter with the artefact, its parts, handling, name and function. What the teacher is needed for is then to help creating continuity in dealing with artefacts and thus in making its implicit theory explicit. Sometimes this cannot be done until the teacher has managed to get the students to notice a specific, *desirable gap*. The result shows that encounters with artefacts, where there is access to support from a person (student or teacher) who is more experienced in the situation often facilitates the establishment of relevant and correct scientific relations (cf. zone of proximal development, ZPD, Vygotsky, 1978).

The empirical material reveals that the artefact design may affect what the students focus on and consequently what is the object of their meaning-making. During a similar laboratory session on galvanic elements in Group A1 (see Table 12.1, Lab session 2) digital voltmeters were used, which also displayed negative values if the plus and minus poles had been mixed up, something that the teacher informed the students about. During that session no gaps were observed in how to read the voltmeter. However, these voltmeters expressed the voltage in millivolts, which created an observation of the gap in this respect. Other artefacts thus led to noticing other gaps, which in turn enabled establishing other relations which made the learning contents somewhat different. The case where the voltmeter only shows positive readings and where negative readings are shown as “zero readings” also demonstrates that the design of the artefact may impose restrictions on what the artefact can mediate without the help of more experienced persons. The choice and design of artefacts consequently affect what students have the chance of learning.

The same lab session, with the same instructions and the same kind of equipment need, however, not result in the same mediation in every group. In other words, the same gaps may not be noticed and filled, nor will the students learn the same things. The students in Group B2 experienced and learnt different things in different ways compared to those in Group B1 in their encounters with the voltmeter, the metals and the table. Artefact mediation thus depends, among other things, on earlier, now actualized, experiences, but also on what help the users receive from, for instance, other students and from the teacher. Different experiences lead to different interaction affordances being focused on in the specific situation of the different groups, which in turn leads to noticing different gaps. This means that there is an opportunity for different relations to be established. Group B1, for example, established relations to the fact that lead is heavy, whereas group B2 established relations to lead being soft and pliable. This demonstrates that artefacts mediate differently to everyone and for everyone depending on the situation. Mediation, as well as learning, is, in other words, situated and contingent. Teaching that is primarily built on inductive learning offers different conditions for the students. Consequently, student participation takes place in different ways in the language game about galvanic elements, which is new to them.

The question is whether this laboratory session was felt by the students to be about “how to get voltage in a battery”, as it was labelled, or about understanding “that you can quite easily create electricity by having two different metals ... and a salt solution or a conductive solution...”, which was the way the teacher in the interview expressed the aim of the session (see Table 12.3, Lab session 2). Judging by the students’ focusing, reasoning and acting, the session seems primarily to have been about learning to distinguish and recognize the various metals used, that the 3V reading on the voltmeter corresponds to minus, how to read the voltmeter grades, and that even if this type of voltmeter seems to show 0V, it does not necessarily correspond to 0V, but instead represents a negative value, etc. For an expert on electricity this may seem to constitute trivial knowledge. These relations and connections must probably stand fast to enable the students to proceed with the action, even to enable them to notice gaps in the voltage phenomenon that are more relevant in the context, and thus make it possible to establish relations to it that are correct within the language game framework. To be able to ask a question you have to know something about the matter you ask about. What stands fast – what you know – works rather like a hinge, says Wittgenstein (1969/1992). For example, to notice the gap “How

to get voltage in a battery?” you must know that there is something called voltage and that it can be obtained from batteries. In this lab session you must also know that the experiment you conduct corresponds to what happens in a battery. These gaps are never explicitly noticed in student talk. The students get stuck with the artefacts and what to be done with them. This must stand fast before they can proceed. From the point of view of the teacher’s implicit aim student focusing and, consequently, learning may be seen as superficially directed, if they do nothing but follow the instructions.

The empirical material reveals that the students are curious and want to know things and get on, which is shown by examples like, when noticing a gap they cannot fill on their own, they often ask the teacher or someone else. It may be guessed that this primarily applies to gaps that need to be filled for the action to proceed, that is, to follow the instruction and perform the laboratory work. In one example where Caroline, one of the students, notices a gap regarding how to know that the metal you have is zink, the gap obviously does not need to be filled in order to continue, since the session has been completed, the table filled in and the class is soon over. Nor does the instruction require that this gap be filled. The other students just shrug their shoulders at Caroline’s question – the lab session is over, they have done what they have been directed to doing, so anything else is felt to be irrelevant. This shows again how the instruction guides what the students consider relevant to focus on during the lab session (cf. companion meanings, Östman 1998).

#### ***12.4.3 Students’ encounters with scientific language usage***

*Encounters with a new language game.* Language is a mediating resource used by us to make meaning (establish relations) when talking. Learning natural science can be described as a form of culture border crossing (Cobern & Aikenhead, 1998) or as entering and mastering a new discourse (Säljö, 2000; Sfard, 2000; Wickman & Östman, 2002b) or a new language game (cf. Wittgenstein, 1953/1996). Within each language game specific terms are used with a special meaning in that particular game. When we are familiar with the game communication often functions without complications, but when it is unfamiliar to one of the parties involved problems may arise. For the students of this study learning about electricity may be viewed as an encounter with a relatively new, unknown language game, namely, appropriating a new way of talking about and dealing with electricity.

When during one laboratory session (see Table 12.3, Lab session 3) the students were talking about artefacts that had been previously unknown to them, they referred to them by their appearance and function, with expressions like “coupling thing” (= a switch?). This proves that there is a need for naming things and phenomena to be able to talk about them. In situations where terms for objects are lacking, language can be used for describing artefacts by their looks or function, and even for inventing one’s own ‘help-words’ for the artefacts (cf. Rundgren, 2006). The students in the situation described did not notice any explicit gap referring to how the artefacts in question are named in the school science language game of electricity. The task did not include any requirement about terminology, but focused on how to handle the artefacts and on what to be done. In other words, one cannot take it for granted that students learn, for instance, the scientific terms for artefacts as a consequence of handling them. Students seem to find it difficult to focus on their own on anything but that which has been explicitly called attention to in the instruction.

The instances when a new artefact has been referred to by a scientific term are mainly those when the students read the instruction, i.e., when they have access to the support of an authority. When the students of a group describe what happens in the experiments with static electricity (see Table 12.3, Lab session 1) no scientific perspectives or theories are used, but the perspective adopted is more of an everyday nature. This is because the scientific perspective is not yet familiar to them. In the empirical material the instructions have mostly been concerned with doing, occasionally with describing, but seldom with explaining (cf. Minick, 1993; Säljö et al, 2003). Instructions have an influence on how you talk – in an everyday or scientific manner – but also on what you talk about – the performance, what happens or how it should be interpreted and explained.

New terms need sometimes be introduced by the teacher. Talk like “the current meets resistance” will be unfamiliar to the students. Even the use of the word “resistance” leaves the students at a loss how to explore. It is hard to notice gaps about something you are not familiar with. If the starting-point is that the students should find out all the questions (notice gaps) on their own, the establishing of important relations in the language game may be overlooked. Consequently, one of the teacher’s important functions is to help students to notice certain *desirable gaps*, something that may be done in many different ways, as described in Section 12.4.4.

*Language game clashes.* Sometimes students' encounters with a new language game, such as the scientific language game of electricity, may even be described as a language game clash. It is often apparent from the empirical material how teachers and students talk at cross purposes, as though they were talking about entirely different matters, even though they are studying the same artefact, figure, model or experiment and using the same terms. They seem to focus on different interaction affordances in what is seemingly a shared environment. If the teacher overlooks that their perspectives or language games differ, the language game clashes may even lead to language confusion of various kinds (for instance, noticing *distracting gaps*), which will prevent the desired learning.

Some terms used in the language game of electricity are identical with and carry the same meaning as terms used in more everyday contexts. For this reason they may already be familiar to the students. However, this does not mean that a teacher may take it for granted that the term contains only one interaction affordance and thus mediates in a *channelled and correct* manner, so that the students will interpret the term as is commonly done in other, more ordinary language games. Students sometimes expect that everything to do with science should be different from other language games. A previously known term, such as salt, may then give rise to several interaction affordances and thus mediate in an *unchannelled* manner, or in a manner that is *channelled, but incorrectly so within the framework of the language game*, which might make the student discover a gap. For instance, during one laboratory session (see Table 12.3, Lab session 2) a student notices a gap related to the term "salt" and asks if it refers to "salt acid" (refers to the Swedish word *saltsyra*, in English hydrochloric acid). The teacher tries to help the student establish relations to *koksalt* (the Swedish word for common salt, sodium chloride), which the student had obviously never heard of before). When the teacher is not prepared or able to help the student immediately, there will be a lingering gap, which will form a *distractive gap* preventing the student from noticing the desirable gaps which the teacher aims at calling the students' attention to. This may make it difficult for the student to proceed with the action and establish the relevant relations the teacher had planned, with the result that even the establishment of other relations may be obstructed.

In addition, there are terms in the school science language game that are identical with terms in everyday usage but have a different meaning in the new language game. These terms and their meanings may be deemed so

self-evident by the students that only one interaction affordance is offered for their choice. In such cases the term mediates in a *channelled* but in the new language game incorrect manner. In other words, it is unclear to the students that this constitutes a different way of talking about, dealing with and viewing the world – another language game. An already familiar word like ‘shell’ is then taken for granted and is used by the student exactly as in previously known language games, even though the term ‘(electron) shell’ has a different meaning in the school science language game about atoms. This forms another example of a *distractive gap*, i.e., a gap that is noticed without being filled with any relevant relation but instead distracts the students in their further situational learning. The teacher in the example does not quite realize what the student is asking about and cannot, as a consequence, help the student fill the gap, which in turn becomes a lingering gap. By having appropriated an insight into various language games teachers may develop a didaktik finger-tip sensitivity steering their didactic action patterns in a productive direction for the student.

In a few cases students seem already acquainted with some scientific terms, perhaps from home, but not with their correct meaning within the school science language game. It then happens that the term seems to mediate in a *channelled*, but, in the language game, incorrect manner, as can be seen from the way students mix up terms such as watt and volt.

There are also terms within the school electricity language game that are completely new to some students, which entails that the meaning of these terms may give rise to several interaction affordances to choose among, which sometimes results in noticing gaps. For other students with a previous experience of the language game the terms specific to that game, such as series and parallel connection, may mediate in a *channelled* and correct manner, i.e., there is only one interaction affordance to choose. Students without previous experience of this language game may then with the help of the more experienced students and/or the teacher establish relations that are relevant in the context. With the support and help of more experienced people (cf. Vygotsky, 1978) terms can thus mediate in a more *channelled* and, in the language game, correct manner, that is, the interaction affordances may be channelled.

It is often misleading to talk about low-performing students or students suffering from misconceptions. It sounds like some static problem tied to the student alone. What it really often is about is a lack of experience of the

situation and perhaps deficiencies in the teaching or the environment (such as vague artefacts) leading to establishing relations that are incorrect in the situation or to not noticing relevant and desirable gaps. The problem is, briefly, tied to the situation.

In the natural sciences a great many specific terms occur which one is bound to be familiar with and able to name as well as understand the meaning of. But one must also understand, for example, how the terms relate to each other's meaning. To be able to glean the meaning of various scientific resources and of the theories built into them by human conventions one needs to be familiar with the language game. As we sometimes use the same term in several language games, but with different meanings depending on the context, it proves important to be able to make distinctions and realize that there are different language games, each with their perspectives, rules and other conventions (cf. e.g. Säljö et al, 2003). To learn things belonging to a new language game requires support from someone more experienced in the game.

#### ***12.4.4 The teacher as support for interpreting mediated resources***

*Students' need of the teacher.* The result shows that students' need of support and help can take various expressions. They may ask questions, which is an explicit way of showing that they have observed a gap. They may speak and act in an incorrect manner from the point of view of the new language game, which may entail that they reveal the need for help in order to notice *gaps that have been so far unnoticed by them*. There are examples in the result describing how and when students may need the help of someone more experienced, the teacher, in their encounter with mediating resources in order to create meaning and thus be able to proceed with their activities. One might say that the teacher is needed to help the students make explore and expand their *zone of proximal development*, ZPD. It may turn out that the written lab instruction is hard to interpret. The teacher is needed as a rational authority (cf. Weber, 1956), one who knows the language game, to interpret the instruction text so that the students may proceed in the action. It is evident from the empirical material how certain gaps have to be filled, i.e., certain relations must stand fast, and may thus not constitute *distracting gaps*, so that other gaps will be noticed and in turn be filled by the students. One student, for example, had difficulty in realizing what should be done as long as there existed *distracting gaps* about what the symbols of the electricity components represented.

In students' encounters with, for instance, (unknown) artefacts there may be several interaction affordances, which mediate in an *unchannelled* manner, and this makes it hard for the students to interpret and handle them. For example, the teacher, as a rational authority, was required to help distinguishing the different parts of the lamp bulb and how to connect them with the battery, in other words, to help channelling the artefacts' mediation of how they function, so that the artefact could be handled in a way that is relevant to natural science. This is equal to saying that the students need help to see the connection between the artefact and its handling to be able to glean the theory built into the artefact. Otherwise the experience of science would be a mystic one – suddenly the lamp just started to shine and then it went out.

In encounters with phenomena from a scientific point of view the teacher is sometimes needed to help students distinguishing what happens in an experiment and to view connections and differences to other phenomena, as well as to help establishing relations to the names of the phenomena. It may also be seen as a need of the teacher as support to make the students realize that one and the same term may be used in different ways in different language games and thus make them discover and distinguish different kinds of language games. What the students seem to need help with is thus to visualize, focus and channel the mediation of the interaction affordances and thereby establish relations to the new language game in one way or another. It is in situations like these that students can learn by so-called guided participation (cf. Rogoff, 1995; Säljö & Bergqvist, 1997), the guide being a rational authority (cf. Weber, 1956) whom they can trust. There is obviously a need for a rational authority, a teacher, as a support in the learning process involved in entering a new language game.

*Teacher aid.* The result also includes a description of how the teacher as a rational authority can assist the students in their meaning-making. It is obvious how the teacher can support the students both *indirectly*, by helping them, for instance, in noticing gaps or viewing problems, and *directly* by giving them a hand in establishing relations in various ways (solving problems). This may be compared to what was said above about Dewey's description of the partial steps of the learning process.

The teacher's *indirect* help may take the form of support or aid on the way to establishing a relation, for instance by facilitating for the students to distinguish scientific resources and thus calling their attention to problems or

questions, so-called *desirable gaps*. These desirable gaps seem necessary for the students to notice in the specific situation to enable them to establish relations relevant to the situation and thus proceed in their action. Sometimes the teacher has planned to try calling the students' attention to a question or problem, that is to a *desirable gap*. However, it frequently appears in the empirical material that the teacher in the very situation that has arisen tries to make the students notice gaps to indirectly help them getting on and establishing specific relations. To me this is a form of *didaktik action pattern*, which requires, in my words, a *situated didaktik finger-tip sensitivity* (a form of PCK/PCxK) for what is appropriate in the situation (including aspects like choosing the gaps to draw attention to, and how and with what to fill these gaps). In order to enable the students to establish a certain relation the teacher's didaktik finger-tip sensitivity involves helping the students to notice a certain *desirable gap*. By asking questions, demonstrating an artefact or an experiment this can be regarded as a form of initiation into an IRF/IDRF structure (cf. Sinclair & Coulthard, 1975; Mercer & Wegerif, 1999). Sometimes a teacher (or other students) may observe that a student's reasoning is inconsistent or scientifically incorrect. This indicates that the teacher realizes the existence of a gap in the talk – the lack of a relation – unnoticed by the student, which I refer to as a *gap so far unnoticed (or concealed)* by the student. The teacher's didaktik finger-tip sensitivity then involves helping students to establish relations by trying to call attention to the inconsistency or the so far unnoticed gap in their reasoning. In the empirical material this is done by asking questions, demonstrating by means of artefacts or pointing out the rules of the school language game. One could also say that the teacher helps the students indirectly to establish relations when the students themselves try to establish relations which the teacher subsequently confirms. This may happen by agreeing with the students, repeating what they have said or by basing the continued reasoning on their statements. This may also illustrate the didaktik finger-tip sensitivity for students' meaning-making.

The teacher may also assist the students more *directly* at their creation of meaning by trying to help them fill the gaps they have discovered and thus establish scientifically relevant relations. One way of doing this is by using artefacts or experiments in combination with the language to explain and hence directly enable the student to establish relevant relations. Another way is by showing the construction of an artefact or describing how and why things function the way they do. By these means the teacher may also *directly* help students to establish relevant relations. Here the didaktik fin-

ger-tip sensitivity is a matter of helping them fill the noticed gaps with relations relevant to the situation.

It may be difficult for a person well versed in the language game and tending to take it for granted to see what difficulties an uninitiated novice might experience (cf. Säljö & Bergqvist, 1997). This is where the teacher's, the rational authority's, professional didaktik finger-tip sensitivity comes in, as it is expressed in the teacher's didaktik pattern of action. This finger-tip sensitivity<sup>186</sup> involves having appropriated such knowledge and experience of the school science language game, in this case within electricity, that one notices the relations the students have missed or established incorrectly, their so far unnoticed gaps. Besides, it is a matter of discerning which gaps need to be brought to the students' attention, the desirable gaps, the gaps the students themselves have noticed or what distracting gaps may exist. The teacher's didaktik finger-tip sensitivity also includes the ability to aid and support the students in filling these gaps and the knowledge of how and by what in the specific situation the gaps can be filled. With this didaktik finger-tip sensitivity the teacher clearly plays an important and sometimes decisive role as a rational authority to enable the students to establish relevant relations and proceed in a scientifically correct way. It presupposes, however, that the learning environment is such that the students may take part in talks and actions within the language game to give the teacher a chance to "sense" their needs in the specific situation.

#### ***12.4.5 Implications***

The results indicate that a teacher as producer of teaching aids, needs an awareness of the interaction affordances embedded in laboratory instructions, artefacts and language and that they may be channelled (correctly as well as incorrectly within the framework of the language game) as well as unchannelled. The applied analysis method (Wickman and Östman, 2002a) has been further developed in the thesis with analysis concepts for didactic classroom situations (distracting gaps, desirable gaps and gaps so far unnoticed by the student). These analysis concepts in combination with the concepts of channelled and unchannelled interaction affordances may be seen as a development of the vocabulary of professional teacher language, as has been called for by, for instance, Loughran et al. (2004). The outcome of this may be that active teachers as well as teacher students can talk about the learning process in a new way. The analysis concepts, for instance, may

---

<sup>186</sup> Cf. PCK (Shulman 1986; 1987) and PCxK (Barnett & Hodson, 2001).

come into use in teachers' reflective didactic self-analysis and thus also benefit communication between teachers in their daily work. The new analysis concepts can also be applied in continued classroom research, for instance to clarify the importance of teachers and peers for students' meaning-making process.

# LITTERATURLISTA

- Aili, C. & Brante, G. (2006). *Kvalificerande arbete – lärares vardagliga arbete som bas för lärarprofessionens autonomi*. [www.laerarforbundet.se](http://www.laerarforbundet.se) (Besökt 070711).
- Alexandersson, M. (1994) *Metod och medvetande*. Doktorsavhandling. (Göteborg Studies in Educational Sciences, 96). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Alexandersson, M. (2004). Läraryrket kräver en egen forskningsarena. *Pedagogiska Magasinet*, nr 1.
- Almquist, S. & Otterborg, S. (1907). *Lärobok i Naturkunnighet*. Stockholm: P. A. Norstedt & Söners Förlag.
- Alvesson, M. & Sköldbäck, K. (1994). *Tolkning och reflektion. Vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Anderberg, E., Alvegård, C., Svensson, L. & Johansson, T. (2005). Språkanvändning och kunskapsbildning. *Pedagogiska Rapporter*, nr. 85. Lund: Pedagogiska Institutionen, Lunds Universitet.
- Andersson, B. & Kärrqvist, C. m.fl. (1979-1989) EKNA-projektet, Institutionen för praktisk pedagogik, Göteborgs universitet.
- Asami, N., King, J. & Monk, M. (2000). *Tuition and Memory: mental models and cognitive processing in Japanese children's work on d.c. electrical circuits*. Research in Science & Technological Education, Vol. 18, No. 2.
- Aukrust, V. G. (2003). Klassrumssamtal, deltagarstrukturer och lärande. Teoretiska traditioner och aktuell forskning kring lärarstyrda samtal. I O. Dysthe, (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Bakhtin/Bachtin, M. M. (1991). *Det dialogiska ordet*. Gråbo: Antropos.
- Barnett, J. & Hodson, D. (2001). Pedagogical Context Knowledge: Toward a Fuller Understanding of What Good Science Teachers Know. *Science Education*, 85, 426-453.
- Bengtsson, J. & Kroksmark, T. (1993). Allmänmetodik allmändidaktik. Ett bidrag till en ämnesbestämning. *Rapporter från Institutionen för metodik i lärarutbildningen. Nr 2*. Göteborg: Göteborgs Universitet.
- Berg, H. & Lindén, A. (1947). *Naturen 2 Lärobok för folkskolan*. Stockholm: Svenska Bokförlaget P.A. Norstedt & söner.
- Bergholm, C. (1950). *Lärobok i fysik III Elektricitetslära*. Uppsala: J. A. Lindblads Förlag.
- Bergqvist, K. (1990). *Doing schoolwork*. Doktorsavhandling. Linköping Studies in Arts and Science No 55. Linköping: Linköpings Universitet.
- Bergqvist, K. & Säljö, R. (1994). Conceptually Blindfolded in the Optics Laboratory. Dilemmas of Inductive Learning. *European Journal of Psychology of Education*, Vol. IX, no 1, s.149-158.

- Bergström, I. & Forsling, W. (1995). *I Demokritos fotspår. En vandring genom urämnnesbegreppets historia från antiken till Nobelprisen*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Bernhard, J. (manus). Humans, intentionality, experience and tools for learning: Some contributions from post-cognitive theories to the use of technology in physics education. I L. Hsu, C. Henderson & L. McCullough (Red.), *Physics Education Research: Cognitive Science and Physics Education Research*. College Park: AIP.
- Bernhard, J. Carstensen, A.-K. & Lindwall, O. (2005). Highly structured open inquiry labs. Paper presenterat vid EARLI 2005, Nicosia, Cypern.
- Biesta, G. J. J. & Burbules, N.C. (2003). *Pragmatism and educational research*. New York: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, s. 32-42, Jan.-Feb.
- Carlgren, I. (1999). Skolarbetet som en särskild slags praktik. I I. Carlgren, (Red.), *Miljöer för lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Carlsen, W. S. (1999). Domains of teacher knowledge. I *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education* (s. 133-144). J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Red.), Hingham, MA, USA: Kluwer Academic Publishers.
- Carter, G., Westbrook, S. L. & Thompkins, C.D. (1999). Examining Science Tools as Mediators of Students' Learning about Circuits. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36, No. 1, s. 89 – 105.
- Cazden, C. (1988). *Classroom Discourse. The language of Teaching and Learning*. Portsmouth NH: Heinemann.
- Cherryholmes, C. H. (1988). *Power and Criticism. Poststructural Investigations in Education*. New York: Teacher College Press.
- Cobern, W.W. & Aikenhead, G.S. (1998). Cultural aspects of learning science. I Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Red), *The International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic publishers, s. 39-51.
- Cohen, L. & Manion, L. (1995). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Cole, M. (1996). *Cultural Psychology*. Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2003). Investigation of Secondary School, Undergraduate, and Graduate Learners' Mental Models of Ionic Bonding. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 40, No 5. s. 464 – 486.
- Collinder, B. (1983). *Stora ordboken. Svensk ordnyckel*. Höganäs: Bokförlaget Bra Böcker.
- Colnerud, G. (1988). Resurser till små klasser – ett skolexempel. *Rapport LiU-PEK-AR-21*, Institutionen för pedagogik och psykologi. Linköpings Universitet.
- Cremin, L. (1961). *The Transformation of the School: Progressivism in American Education 1876-1957*. New York: Vintage Books.
- Daniels, H. (2001). *Vygotsky and Pedagogy*. NY: Routledge/Falmer.

- Delamont, S., Beynon, J. and Atkinson, P. (1988). In the beginning was the Bunsen: the foundations of secondary school science. *Qualitative issues in education* Vol 1:4, s. 315-328.
- Dewey, J. (1916/1999). *Demokrati och utbildning*. Göteborg: Daidalos.
- Dewey, J. (1910/1997) *How We Think*. New York: Dover.
- Dewey, J. (1925/1958). *Experience and Nature*. In (2ed.). New York: Dover.
- Dewey, J. (1938/1998). *Experience and Education*. West Lafayette: Kappa Delta Pi.
- Domin, D. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76, s. 543-547.
- Drechsler, M. (2007). *Models in chemistry education. A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools*. Doktorsavhandling. FoNTD, Karlstad University Studies.
- Duit, R. (2003/2007). *Bibliography STCE, Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. Tillgänglig på Internet. Besökt 070822. [http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/download\\_stcse.html](http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/download_stcse.html), Se även Duit, R. (2008). IPN-publikationer <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/publikationen.html>.
- Dysthe, O. (1996). *Det flerstämmiga klassrummet: att skriva och samtala för att lära*. Lund: Studentlitteratur.
- Dysthe, O. (Red.) (2003a). *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Dysthe, O. (2003b). Om förhållandet mellan individ och grupp i portföljprocessen. I O. Dysthe, (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Dysthe, O. (2003c). Dialogperspektiv på elektroniska diskussioner. I O. Dysthe, (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Dysthe, O. (2003d). Om sambandet mellan dialog, samspel och lärande. I O. Dysthe, (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Dysthe, O. (2003e) Sociokulturella teoriperspektiv på kunskap och lärande. I O. Dysthe, (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Dysthe, O. & Igländ, M.-A. (2003). Vygotskij och sociokulturell teori. I O. Dysthe, (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Eick, C. J. & Reed, C. J. (2002). What Makes an Inquiry-Oriented Science Teacher? The Influence of Learning Histories on Student Teacher Role Identity and Practice. *Science Education* 86, s. 401-416.
- Engelhardt, P. V. & Beichner, R. J. (2003). *Students' understanding of direct current resistive electrical circuits*. arXiv.
- Engeström, Y. & Miettinen, R. (1999). Introduction. I Y. Engeström, R. Miettinen & R.-L. Punamäki (Red.), *Perspectives on activity theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Enghag, M. (2007). *Two dimensions of student ownership of learning during small-group work with miniprojects and context rich problems in physics*. Doktorsavhandling. Mälardalens högskola. ISBN: 91-85485-31-4.
- Englund, T. (1986/2005). *Läroplanens och skolkunskapens politiska dimension*. Göteborg: Bokförlaget Daidalos AB.

- Engström, L. A. (2000). *Elektromagnetism. Från bärnsten till fältteori*. Lund: Studentlitteratur.
- Eskilsson, O. & Helldén, G. (2005). NO-laborationer – Kommunikation och lärande. I Vetenskapsrådet, *Utbildningsvetenskap 2005 – resultatdialog och framåtblick*, Vetenskapsrådets rapportserie 13:2005.
- Evaldsson, A.C., Lindblad, S., Sahlström, F. & Bergqvist, K. (2001). Introduktion och forskningsöversikt. I S. Lindblad & F. Sahlström, (Red.), *Interaktion i pedagogiska sammanhang*. Stockholm: Liber AB.
- Flansburg, L. (1972). Teaching objectives for a liberal arts physics laboratory, *American Journal of Physics* 40: 1607-1615.
- Foucault, M. (1993). *Diskursens ordning*. Stockholm: Symposium.
- Frost, D. (2003). Teacher leadership: towards a research agenda. *Paper presented at the 16<sup>th</sup> International Congress for School Effectiveness and Improvement, ICSEI*, Sydney 5<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup> January 2003.
- Gallagher, J. J. (1987). A summary of research in science education. *Science education*, 71, s. 277-284.
- Geddis, A. N. (1998). Analyzing Discourse About Controversial Issues in the Science Classroom. I D. A. Roberts & L. Östman (Red.) *Problems of meaning in science curriculum* (s. 115-129). New York, N.Y.: Teacher College Press.
- Geertz, C. (1973/1993). *The Interpretation of Cultures*. London: Fontana Press.
- Gericke, N. (2005). *Scientific models of gene function - a historical overview. A basis for teaching gene function*. Presentation vid NV-didaktisk konferens, NALUT, i Malmö oktober, 2005.
- Gibson, J. J. (1979/1986). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Granström, K. (1987). Det är inte alls läraren som pratar mest i klassrummet. I B. G. Martinsson (Red.) *On Communication. Studies in Communication*, 4.
- Greeno, J.G., Collins, A. M. & Resnick, L. B. (1996). Cognition and learning. I D. C. Berliner & R. C. Calfee, (Red.), *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan Library Reference USA.
- Greenleaf, C. & Freedman, S. W. (1993). Linking Classroom Discourse and classroom Content: Following the Trail of Intellectual Work in a Writing Lesson. *Discourse Processes* 16, s. 465-505.
- Guba, E. G. (1981) Criteria for Assessing the Trustworthiness of Naturalistic Inquiries. ECTJ, *Educational Communication and Technology: a journal of theory, research, and development. Annual Review Paper*, Vol. 29, No.2, s. 75-91.
- Gunnarsson, G. (2004). *Middle School Students' Learning about Electricity: the Role of Mediating Tools during Laboratory Work*. Paper presenterat vid NFPF :s 32:a kongress i Reykjavik, Island.
- Hanson, N. R. (1958). *Patterns of discovery – an inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hargreaves, A. (1998). *Läraren i det postmoderna samhället*. Lund: Studentlitteratur.

- Harlen, W. (Ed.) (1985). *Primary Science... Taking the Plunge. How to teach Primary Science More Effectively*. Oxford: Heinemann Educational.
- Hartman, S. & Lundgren, U.P. (1980). *Individ, skola och samhälle. Pedagogiska texter av John Dewey*. Stockholm: Natur och kultur.
- Heikkilä, M. & Sahlström, F. (2003). Om användning av videoinspelning i fältarbete. *Pedagogisk Forskning i Sverige*. Årg. 8, Nr1-2, s. 24-41, ISSN 1401-6788.
- Helldén, G., Lindahl, B. & Redfors, A. (2005). Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt. *Vetenskapsrådets rapportserie*. ISBN 91-7307-064-5.
- Henze, I., van Driel, J. H. & Verloop, N. (2007). Science Teachers' Knowledge about Teaching Models and Modelling in the Context of a New Syllabus on Public Understanding of Science. *Res. Sci. Educ.* 37: 99-122.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific inquiry. *School Review*, 79, s. 171-212.
- Hjälmeskog, K. (1999). Feminism, pragmatism och utbildning. I C. A. Säfström, & L. Östman, (Red.), *Textanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, Vol. 20, No 2, s. 53-66.
- Hodson, D. (1998). Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. I J. Wellington (Red.), *Practical work in school science. Which way now?* London & New York: Routledge.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52, s. 201-217.
- Hult, H. (2000). Laborationen – myt eller verklighet. En kunskapsöversikt över laborationer inom teknisk och naturvetenskaplig utbildning. *CUP:s Rapportserie*, nr 6. Linköpings Universitet. ISBN 91-7219-687-4.
- Hundeide, K. (2003). Det intersubjektiva rummet. I O. Dysthe, (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Hundeide, K. (2006). *Sociokulturella ramar för barns utveckling – Barns livsvärldar*. Lund: Studentlitteratur.
- Hutchby, I. & Wooffitt, R. (1998). *Conversation Analysis*. Cambridge: Polity Press.
- Hägglund, S.-O., Eskilsson, O., Jylltorp, A., Schoultz, J. & Söderbäck, O. (1985). *NO-combi – Vad är NO?* Gävle: Skolförlaget Gävle AB.
- Jenkins, E. W. (1999). Practical work in school science – some questions to be answered. I J. Leech & A. C. Paulsen (Red.), *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies*. Dordrecht, Roskilde: Kluwer Roskilde University Press.
- Jernström, E. (2000). *Lärande under samma hatt: en lärandeteori genererad ur multimetodiska studier av mästare, gesäller och lärlingar*. Doktorsavhandling. Luleå: Centrum för forskning i lärande.
- Johnston, S. (1992). Images: Away of understanding the practical knowledge of student teachers. *Teaching and Teacher Education*, 8, s. 123-136.

- Kansanen, P. (1999). The Deutsche Didaktik and the American research on teaching. *TNTEE Publications* 2 (1), s. 21-35.
- Kirschner, P. & Huisman, W. (1998) "Dry laboratories" in science education ; computerbased practical work. *International Journal of Science Education*, vol. 20, nr 6, s. 665-682.
- Kroksmark, T. (1989/1998). *Didaktiska strövtåg. Didaktiska idéer från Comenius till fenomenografisk didaktik*. Göteborg: Daidalos.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning. The rhetorics of the science classroom*. London: CPD.
- Kuhn, T. (1996). *The Structure of Scientific Revolutions*. (3.ed). The University of Chicago Press.
- Kungl. Skolöverstyrelsen (1962). *Läroplan för grundskolan*. Kungl. Skolöverstyrelsens skriftserie 60. Stockholm.
- Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Kvale, S. (1999). Intervjun som kunskapskonstruktion. I C. A. Säfström & L. Östman, (Red.), *Textanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Kärrqvist, C. (1985). *Kunskapsutveckling genom experimentcenterade dialoger i ellära*. Doktorsavhandling. (Göteborg Studies in Educational Sciences, 52). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lager-Nyqvist, L. (2003). *Att göra det man kan – en longitudinell studie av hur sju lärarstudenter utvecklar sin undervisning och formar sin lärarroll i naturvetenskap*. Doktorsavhandling. (Göteborg Studies in Educational Sciences, 195). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. USA: The University of Chicago Press.
- Lang, M. (2001). Teachers professionalism and change: Developing a professional self through reflective assessment. I H. Berendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross, & P. Reiska (Red.), *Research in science education – past, present, and future* (s. 131-136). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: the construction of scientific facts*. Princeton, N.Y.: Princeton University Press.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lavoie, D. R. (1999). Effects of emphasizing hypothetica-predictive reasoning within the science learning cycle on high school student's process skills and conceptual understanding in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, s. 1127-1147.
- Lenke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood, N.J.: Ablex Publishing Corporation.
- Lenke, J. L. (1998). *Teaching all the languages of science: Words, symbols, images and actions*. Contribution to the Conference on Science education in Barcelona, October.
- Lidar, M. Lundqvist, E. & Östman, L. (2005). Teaching and learning in the Science Classroom. *Science Education*, 90, s. 148-163.

- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? – En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Doktorsavhandling (Göteborg Studies in Educational Sciences 196). Göteborg, Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lindblad, S. & Sahlström, F. (1999). Ramfaktorteori och klassrumsinteraktion. Gamla mönster och nya gränser. *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 4, 73-92.
- Linder, C. J., Leonard-McIntyre, C., Marshall, D. och Nchodu, M.R. (1997). Physics tutors' metalearning development through an extension of Schön's reflective practice. *International Journal of Science Education*, Vol. 19. Nr. 7. s. 821 – 833.
- Linderoth, J. (2004). *Datorspelandets mening: bortom idén om den interaktiva illusionen*. Doktorsavhandling. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lindholm, S. (1955). *Handledning för demonstrationsförsök med Norstedts experimentsats. Magnetism och Elektricitetslära*. Stockholm: A. -B. P. A. Norstedt & Söner.
- Lindqvist, G. (Red), (1999). *Vygotskij och skolan. Texter ur Lev Vygotskijs Pedagogisk psykologi kommenterade som historia och aktualitet*. Lund: Studentlitteratur.
- Linell, P. (1998). *Approaching Dialogue. Talk, interaction and contexts in dialogical perspectives*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- Linn, M. C., Layman, J. W. & Nachmias, R. (1987). Cognitive consequences of microcomputer-based laboratories: graphing skills development. *Contemporary Educational Psychology*, 12, s. 244-253.
- Losee, J. (2001). *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*. Oxford University Press.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (4), s. 370-391.
- Lundin, M. (2007). *Students' participation in the realization of school science activities*. Doktorsavhandling (Studies in Science and Technology Education No 8). Linköping University, Department of Social and Welfare Studies, Norrköping.
- Lunetta, V. N. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. I B. J. Frazer & K. G. Tobin (Red.), *International Handbook of Science Education* (s. 249-262). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P. (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Löfdahl, S. E. (1987). *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola. Kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel*. Doktorsavhandling. Uppsala Studies in Education 28. Acta Universitatis Uppsaliensis: Uppsala.
- Lökensgard Hoel, T. (2003). Ord på vandring: Elever i samtal om texter. I O. Dysthe (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.

- Mackenzie, A. A. & White, R. T. (1982). Fieldwork in geography and long term memory structures, *American Educational Research Journal*, 19, s. 623-632.
- Marton, F. & Booth, S. (2000). *Om lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Marton, F., Dahlgren, L. O., Svensson, L. & Säljö, R. (1999). *Inlärnning och omvärldsuppfattning*. Stockholm: Prisma
- Marton, F. & Tsui, A. B. M. (2004). *Classroom Discourse and the Space of Learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- McClellan III, J. E. & Dorn, H. (1999). *Science and Technology in World History*. USA: The John Hopkins University Press.
- Mehan, H. (1979). *Learning Lessons: The Social Organization of Classroom Instruction*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Mercer, N. & Wegerif, R. (1999). Is 'exploratory talk' productive talk? I K. Littleton & P. Light (Red.). *Learning with computers – Analysing productive interaction*. London: Routledge.
- Merriam, S. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.
- Metioui, A., Brassard, C., Levasseur, J., & Lavoie, M. (1996). The persistence of students' unfounded beliefs about electrical circuits: the case of Ohm's law. *Int. J. Sci. Educ.*, 18, s. 193-212.
- Minick, N. (1993). Teacher's directives: The social construction of "literal meanings" and "real worlds" in classroom discourse. I S. Chaiklin & J. Lave (Red.), *Understanding practice*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Molander, J. (2003). *Vetenskapsteoretiska grunder. Historia och begrepp*. Lund: Studentlitteratur.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Osborne J. (1998). Science education without a laboratory? I J. Wellington (Red.), *Practical work in school science. Which way now?* London & New York: Routledge
- Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (1996). *Fysik Lpo, för grundskolans senare del, bok 1*. TEFY.
- Peters, R. S. (1959/1979). *Authority, Responsibility and Education*. London: George Allen & Unwin LTD.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1994). *Students' alternative frameworks and science education*. Kiel: Institute for Science Education.
- PISA 2003 – svenska femtonåringars kunskaper och attityder i ett internationellt perspektiv, Rapport 254 (2004). Senast besökt 071010. <http://www.skolverket.se/publikationer?id=1390>
- Pisa 2006 Med Fokus på matematik och naturvetenskap – En analys av skillnader och likheter mellan internationella jämförande studier och nationella kursplaner. Senast besökt 080203. <http://www.skolverket.se/publikationer?id=1667>
- Polanyi, M. (1958/2002). *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*. London: Routledge.
- Popper, K. (1997) *Popper i urval*. I D. Miller, (Red.), Stockholm: Thales.

- Redfors, A. & Niedderer, H. (2002). *On the use of Cognitive Layers in describing a learning process about Electric Circuits*. Paper presenterat vid ASERA:s 33:e Conference, Townsville, Australia, juli, 2002.
- Rogoff, B. (1995). Observing sociocultural activity on three planes: participatory appropriation, guided participation and apprenticeship. I J. V. Wertsch, P. Del Rio & A. Alvarez *Sociocultural studies of mind*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rorty, R. (2003). *Hopp istället för kunskap: Tre föreläsningar om pragmatism*. Göteborg: Daidalos.
- Roth, W.-M. (1998). *Designing communities*. Dordrecht: Kluwer Academic Pbl.
- Roth, W.-M. & Bowen, M. G. (2001). Professionals Read Graphs: A Semiotic Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, s. 159-194.
- Rundgren, C. - J. (2006). Att börja tala 'biokemiska' – Betydelsen av metaforer och hjälpord för meningsskapande kring proteiner. *Nordina*, nr 5, s. 30-42.
- Runesson, U. & Mok, I. A. C. (2004). Discernment and the Question, "What Can Be Learned?", I F. Marton & A. B. M. Tsui (Red.), *Classroom Discourse and the Space of Learning* (pp. 63-87). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Russel, T. L. (1983). Analyzing Arguments in Science Classroom Discourse: Can Teachers' Questions Distort Scientific Authority? *Journal of Research in Science Teaching*, 20(1), s. 27-45.
- Sabelli, N. (1995). For Our Children's Sake, Take Full Advantage of Technology. *Computers in Physics*, 9 (1), 7.
- Sahlström, F. (1999). *Up the hill backwards: on interactional constraints and affordances for equity-constitution in the classroom of the Swedish comprehensive school*. Doktorsavhandling. Uppsala studies in education 85. Uppsala Universitet, Uppsala
- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap; kommunikation, kontext och artefakt*. Doktorsavhandling. Linköping studies in education and psychology 67. Linköping: Linköpings Universitet.
- Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndhamn, J. (2001a). Conceptual knowledge in talk and text: what does it take to understand a science question. *Instructional Science*, 29, s. 213-236.
- Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndhamn, J. (2001b). Heavenly talk: discourse, artifacts, and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*, 44, s. 103-118.
- Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden*. Doktorsavhandling No 58, Faculty of Education, University of Oslo. Oslo: University of Oslo.
- Schwab, J. J. (1964). The teaching of science as inquiry. I J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Red.), *The teaching of science* (s. 1-103). Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Schön, D. A. (1983/2006). *Den reflekterande praktiker. Hvordan professionelle taenker når de arbejder*. Århus: Forlaget Klim.
- Seel, H. (1999). Didaktik as the professional science of teachers. *TNTEE Publications*, 2 (1), s. 85-93.

- Segall, A. (2004). Revisiting pedagogical content knowledge: the pedagogy of content/the content of pedagogy. *Teaching and Teacher Education*, 20, s. 489-504.
- Selander, S. (2001). En kritisk ämnesdidaktik. I *Utmaningar för en kritisk ämnesdidaktik. Rapport från symposium 29 april 1999*. Stockholm Library of Curriculum Studies 8. Stockholm: HLS Förlag.
- Sergiovanni, T. J. (1992). *Moral leadership: Getting to the hart of School Improvement*. San Francisco: Jossey Bass.
- Sfard, A. (2000). On reform movement and the limits of mathematical discourse. *Mathematical Thinking and Learning*, 2 (3), s. 157-189.
- Shapiro, B. & Kirby, D. (1998). An approach to consider the semiotic messages of school science learning culture. *Journal of Science Teacher Education*, 9 (3), s. 221- 240.
- Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *Eur. J. Sci. Edu.*, Vol. 6, No. 2.
- Shipstone, D. M., von Rhöneck, C., W., J., Kärrqvist, C., Dupin, J. J., Johsua, S. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10, s. 303-316.
- Shulman, L. & Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. I R. Travers (red.), *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher* 15 (2), s. 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review* 57 (1), s. 1-22.
- Sigurdson, O. (2002). *Den goda skolan. Om etik, läroplaner och skolans värdegrund*. Lund: Studentlitteratur.
- Sinclair, J. M. & Coulthard, R. M. (1975). *Towards an Analysis of discourse*. Oxford: Oxford University Press.
- Sjöberg, S. & Ekstig, B. (2005). *Puls. Grundbok Fysik för grundskolans senare del*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Sjöberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning - en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Skagen, K. (2003). Handledningssamtal i Bakhtin-perspektiv. I O. Dysthe (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket (2000). *Kursplaner för grundskolan*. Hämtad 070812. <http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0708&infotyp=23&skolform=11&id=3878&extraId=2087>
- Skolverket (1998). *Nationella kvalitetsgranskningar 1998*. Rapport nr 160. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2004). *TIMSS 2003 – Svenska elevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i skolor 8 i ett nationellt och internationellt perspektiv*. Rapport nr. 255. Stockholm: Skolverket.
- Skolöverstyrelsen (1969). *Läroplan för grundskolan 69*. Stockholm: Utbildningsförlaget.

- Skolöverstyrelsen (1980). *Lgr 80. Läroplan för grundskolan*. Stockholm: Liber Utbildningsförlaget.
- Stensmo, C. (1994). *Pedagogisk filosofi*. Lund: Studentlitteratur.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. I R. A. Duschl & R. Hamilton, (Red.), *Philosophy of science, cognitive science, and educational theory and practice*. Albany, s. 147-176.
- Strömdahl, H. (1996). Didaktisk kunskap en grund för läraryrkets yrkesspråk? *Utbildning och demokrati*, Vol. 5, Nr 2, s. 137-141.
- Strömdahl, H. (Red.), (2002a). *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Strömdahl, H. (2002b). Avgränsa, idealisera, modellera – Naturen i naturvetenskapens dräkt (s. 139-147). I H. Strömdahl, (Red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Strömdahl, H. (2003) *Om didaktik och didaktisk forskning*. Hämtad 060707. <http://www.isv.liu.se/content/1/c6/04/61/75/Didaktik%20och%20Didaktisk%20forskning%20030807.doc>
- Strömdahl, H. (Manus). *The challenge of polysemi: On discerning critical elements, relationships and shifts in attaining scientific terms*.
- Svenska Akademiens Ordbok på Internet, <http://g3.spraakdata.gu.se/saob>
- Szybek, P. (1999). *Staging Science. Some aspects of the production and distribution of science knowledge*. Doktorsavhandling. Lund University, Department of Education, Lund.
- Szybek, P. (2002). Att kommunicera naturvetenskap: Världsbilder och livet i en värld. I H. Strömdahl, (Red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Säfström, C. A. (1994). *Makt och mening. Förutsättningar för en innehållsfokuserad pedagogisk forskning*. Acta Universitatis Uppsaliensis. Uppsala Studies in Education 53. Stockholm: Almqvist & Wiksell International.
- Säljö, R. (1996). Mental and Physical Artifacts in Cognitive Practices. I P. Reimann, & H. Spada, (Red.). *Learning in Humans and Machines – Towards an Interdisciplinary Learning Science*. Oxford: Pergamon/Elsevier.
- Säljö, R. (1999a). Kommunikation som arena för handling - lärande i ett diskursivt perspektiv. I C. A. Säfström, & L. Östman, (Red.), *Textanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Säljö, R. (1999b). Learning as the use of tools – A sociocultural perspective on the human – technology link. I K. Littleton & P. Light (Red.), *Learning with computers – Analysing productive interaction*. London: Routledge,
- 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 akademiska förlag.
- Säljö, R. & Bergqvist, K. (1997). Seeing the Light: Discourse and Practice in the Optics Lab. I L. B. Resnick, R. Säljö, C. Pontecorvo & B. Burge (Red.), *Discourse, Tools, and Reasoning: Essays on Situated Cognition* (s. 385-405). Berlin: Springer-Verlag.

- Säljö, R., Riesbeck, E., & Wyndhamn, J. (2003). Samtal, samarbete och samsyn. En studie av koordination av perspektiv i klassrumskommunikation. I O. Dysthe (Red.). *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Säljö, R., Schoultz, J., & Wyndhamn, J. (1999). Artefakter som tankestöta: Barns förståelse av astronomiska begrepp i ett sociokulturellt perspektiv. I I. Carlgen (Red.), *Miljöer för lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Tiberghien, A. (1999). Labwork activity and learning physics – an approach based on modelling. I J. Leach & A. Paulsen (Red.), *Practical Work in Science Education*. Fredriksberg: Roskilde University Press.
- TIMSS, (1996). Svenska 13-åringars kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv. Stockholm: Liber.
- Undvall, L. & Karlsson, A. (1996). *Fysik Spektrum*. Stockholm: Liber Utbildning AB.
- Uppfinningarna IV. (1926). *Kraftmaskiner & kraftöverföring*. Malmö: Baltiska förlaget A, -B.
- Utbildningsdepartementet, (1998). *Lpo 94, Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet. Lpo 94 anpassad till att också omfatta förskoleklassen och fritidshemmet*. Stockholm: Skolverket och Fritzes.
- Vaage, S. (2003). Perspektivtagning, rekonstruktion av erfarenhet och kreativa lärprocesser. George Herbert Mead och John Dewey om lärande. I O. Dysthe (Red.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- van Driel, J. H., de Jong, O. & Verloop, N. (2002). The Development of Preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Science Teacher Education*, 86, s. 572-590.
- von Wright, M. (2004). Delaktighet och fakta. I T. Englund (Red.) *Skilnad och konsekvens. Mötet lärare – studerande och undervisning som meningsbjudande*. Lund: Studentlitteratur.
- Verenikina, I. (2003). Understanding Scaffolding and the ZPD in Educational Research. *Conference papers of AARE/NZARE, Auckland, December 2003*.
- Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer i humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Senast nedladdat från <http://www.vr.se> 070701.
- Vetenskapsrådet. (2005). *Vad är god forskningssed? Synpunkter, riktlinjer och exempel*. Senast nedladdat från <http://www.vr.se> 070701.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, s. 45- 69.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. (1934/1999). *Tänkande och språk*. Göteborg: Bokförlaget Daidalos AB.
- Waltz, S. B. (2004). Giving artifacts a voice? Bringing into account technology in educational analysis. *Educational Theory*, 54, s. 157-172.
- Weber, M. (1956). *Wirtschaft und Gesellschaft*. Stuttgart, Germany: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen.

- Wellington, J. (1998). Practical work in science. Time for re-appraisal. I J. Wellington (Red.), *Practical work in school science. Which way now?* London & New York: Routledge.
- Wells, G. (1993) Reevaluating the IRF sequence: A proposal for the Articulation of Theories of Activity and Discourse for the Analysis of Teaching and Learning in the Classroom. *Linguistics and Education*, nr 5, s.1-38.
- Wells, G. (1999). *Dialogic Inquiry: Towards a Sociocultural Practice and Theory of Education*. New York: Cambridge University Press.
- Welzel, M., Haller, K., Bandiera, M., Hammelev, D., Koumaras, P., Niedderer, H., Paulsen, A., Robinault, K. & von Aufschnaiter, S. (1998). *Teachers' Objectives For Labwork. Research Tool And Cross Country Results*. Labwork in science education. European Commission. Project PL 95-2005.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1995). The need for action in sociocultural research. I J. V. Wertsch, P. del Río & A. Alvarez (Red.), *Sociocultural studies of mind* (s. 56-74). Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. New York/Oxford: Oxford University Press.
- White, R. T. (1996) The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, Vol. 18, No. 7, s. 761-774.
- Wickman, P.-O. (2002). Vad kan man lära sig av laborationer? I H. Strömdahl, (Red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Wickman, P.-O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: a study of laboratory work. *Science Education*, 88, s. 325-344.
- Wickman, P.-O. (2006) *Aesthetic Experience in Science Education – Learning and Meaning-Making as Situated Talk and Action*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2001). University students during practical work: can we make the learning process intelligible. I H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross & P. Reiska (Red.). *Research in science education – past, present, and future* (s. 319-324). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002a). Induction as an empirical problem: how students generalize during practical work, *International Journal of Science Education*, VOL. 24, NO. 5, s. 465-486.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002b). Learning as Discourse Change: A Sociocultural Mechanism. *Science Education*, 86, s. 601-623.
- Winther Jørgensen, M. & Phillips, L. (2000). *Diskursanalys som teori och metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Wittgenstein, L. (1953/1996). *Filosofiska undersökningar*. Stockholm: Thales.
- Wittgenstein, L. (1969/1992). *Om visshet*. Stockholm: Thales.
- Wolcott, H. F. (1994). *Transforming qualitative data: description, analysis and interpretation*. Thousands Oaks: SAGE Publications.

- Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *J. Child Psychol. Psychiat.* 17, s. 89-100, Pergamon Press. Great Britain.
- Woolnough, B. E. (1991). Setting the scene. I B. E. Woolnough (Red.), *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Woolnough, B. E. (1998). Authentic science in schools, to develop personal knowledge. I J. Wellington, (Red.), *Practical work in school science. Which way now?* London and New York: Routledge.
- Yager, S., Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1985). Oral Discussion, Group-to-Individual Transfer, and Achievement in Cooperative Learning Groups. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 77, No. 1, s. 60-66.
- Zetterqvist, A. (2003). *Ämnesdidaktisk kompetens i evolutinsbiologi. En intervjuundersökning med 26 no/biologilärare*. Doktorsavhandling. (Göteborg Studies in Educational Sciences, 197), Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Ålund, O. W. (Red.) (1873). *Uppfinningarnas bok - Naturkrafterna och deras användning*. Stockholm: Lars Johan Hiertas Förlag.
- Åsberg, R. (2001). Det finns inga kvalitativa metoder – och inga kvantitativa heller för den delen. Det kvalitativa-kvantitativa argumentets missvisande retorik. *Pedagogisk forskning i Sverige*. Årg 6, nr 4, s. 270-292, ISSN 1401-6788.
- Östman, L. (1995). *Socialisation och mening. No-utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem*. Doktorsavhandling. Acta Universitatis Uppsaliensis. Uppsala Studies in Education 61. Stockholm: Almqvist & Wiksell International.
- Östman, L. (1998). How Companion Meanings are Expressed by Science Education Discourse. I D. A. Roberts & L. Östman (Red.) *Problems of meaning in science curriculum* (s. 54-70). New York: Teacher College Press.
- Östman, L. (2002). Att kommunicera om naturen. I H. Strömdahl, (Red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Östman, L. (2003). Transaktion, sociokulturella praktiker och meningsskapande: ett forskningsprogram. I L. Östman (Red.) *Erfarenhet och situation i handling. Pedagogisk forskning* No 147. Uppsala: Uppsala Universitet.



1. Margareta Enghag (2004): MINIPROJECTS AND CONTEXT RICH PROBLEMS – Case studies with qualitative analysis of motivation, learner ownership and competence in small group work in physics. (licentiate thesis) Linköping University
2. Carl-Johan Rundgren (2006): Meaning-Making in Molecular Life Science Education – upper secondary school students' interpretation of visualizations of proteins. (licentiate thesis) Linköping University
3. Michal Drechsler (2005): Textbooks', teachers', and students' understanding of models used to explain acid-base reactions. (licentiate thesis, Karlstad University) ISSN: 1403-8099, ISBN: 91-85335-40-1.
4. Margareta Enghag (2007): Two dimensions of Student Ownership of Learning during Small-Group Work with Mini-projects and context rich Problems in Physics. (Doctoral Dissertation No. 37, Mälardalen University) ISSN: 1651-4238, ISBN: 91-85485-31-4.
5. Maria Åström (2007): Integrated and Subject-specific. An empirical exploration of Science education in Swedish compulsory schools. (Licentiate thesis) Linköping university
6. Ola Magntorn (2007): Reading Nature: developing ecological literacy through teaching. (Doctoral Dissertation) Linköping University
7. Maria Andréé (2007): Den levda läroplanen. En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan. (Doctoral Dissertation, LHS) ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-632-9
8. Mattias Lundin (2007): Students' participation in the realization of school science activities. (Doctoral Dissertation) Linköping University
9. Michal Drechsler (2007): Models in chemistry education. A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools (Doctoral Dissertation Karlstad University) ISBN 978-91-7063-112-2
10. Proceedings from FontD Vadstena-meeting, April 2006.
11. Eva Blomdahl (2007): Teknik i skolan. En studie av teknikundervisning för yngre skolbarn. (Doctoral Dissertation, LHS) ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-635-0
12. Iann Lundegård (2007): På väg mot pluralism. Elever i situerade samtal kring hållbar utveckling. (Doctoral Dissertation, LHS) ISSN:1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-642-8
13. Lena Hansson (2007): "Enligt fysiken eller enligt mig själv?" – Gymnasieelever, fysiken och grundantaganden om världen. (Doctoral Dissertation) Linköping University.

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