

# Om livets kontinuitet

Undervisning och lärande om växters och djurs livscyklar  
- en fallstudie i årskurs 5



GÖTEBORG STUDIES IN EDUCATIONAL SCIENCES 271

*Eva Nyberg*

# Om livets kontinuitet

Undervisning och lärande om växters och djurs livscyklar  
- en fallstudie i årskurs 5



GÖTEBORGS UNIVERSITET  
ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS

© Eva Nyberg, 2008  
ISBN 978-91-7346-640-0  
ISSN 0436-1121

Foto: Torsten Arpi

Avhandlingen finns även i fulltext på  
<http://hdl.handle.net/2077/18826>

Centrum för utbildningsvetenskap och lärarforskning  
Forskarskolan i utbildningsvetenskap  
Doktorsavhandling 2

2004 inrättades vid Utbildnings- och forskningsnämnden för lärarutbildning (UFL) vid Göteborgs universitet ett Centrum för utbildningsvetenskap och lärarforskning (CUL). CUL:s uppgift är att förvalta UFL:s uppdrag att främja och stödja forskning och forskarutbildning med anknytning till läraryrket och lärarutbildningen. Mot denna bakgrund inrättades en forskarskola i utbildningsvetenskap för lärare vid CUL. De första doktoranderna påbörjade sin utbildning höstterminen 2005. Forskarskolan är fakultetsövergripande och bedrivs i samarbete med de fakulteter som medverkar i lärarutbildningen vid GU. För närvarande medverkar sex fakultetsnämnder. Vid varje fakultet har nya forskarutbildningsämnen inrättats för att kunna medverka i forskarskolans utbildningsvetenskapliga inriktning. Det finns åtta forskarutbildningsämnen där doktoranderna genomför sina studier. Forskarskolan bedrivs i samarbete med skolhuvudmän och partnerhögskolor.  
[www.ufl.gu.se/forskarutb/cul](http://www.ufl.gu.se/forskarutb/cul)



Avhandlingen är tryckt på miljöcertifierat papper Munken Pure 90 gr.

Distribution: ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS  
Box 222  
SE-405 30 Göteborg, Sweden

Tryck: Geson Hylte Tryck, Göteborg, 2008

# Abstract

Title: On the Continuity of Life. Teaching and learning about the life cycles of plants and animals – a case study in grade 5.

Language: Swedish with a summary in English

Keywords: Life cycles, plants, animals, insects, cognition and aesthetics, teaching and learning, pedagogical content knowledge, formative assessment, education for sustainable development.

ISBN: 978-91-7346-640-0

The aim of this thesis is to contribute to increased understanding of teaching and learning about life cycles, when the teaching is based on living organisms and the teacher is introduced to ideas of research on pupils' ideas and formative assessment. This aim is addressed by investigating the pupils' learning as well as their experiences of the living organisms, inquiring into the teachers' competence and by describing the actual teaching.

It is based on a case study of one teacher teaching two groups of pupils during two different terms. There are two years between the end of the first study and the beginning of the second. The pupils' learning of aspects of life cycles and experiences of the living organisms are investigated by tests before and after each teaching period and, for the last group of pupils, by written tasks during teaching. The teacher's competence is mainly investigated by interviews before and after teaching. The teaching is described through the teacher's diary and through classroom observations.

The analysis shows that the pupils learn about aspects of life cycles and that the pupils in the second study, seem to have learnt some of the aspects in a more correct and in a more qualitatively developed way than the previous group of pupils. It is also clear that the teacher has developed her competence to teach this content area, and that her teaching has changed during the period of the study. Possibly one reason for this is her increased use of formative assessment. It is also evident that the teaching and learning is rich in aesthetic experiences and that the pupils care about the organisms they are looking after. Apart from having a possible effect on cognitive learning, this might promote a care for nature, which means that learning about life cycles could play a part in education for sustainable development.



# Innehåll

## FÖRORD

1. BAKGRUND OCH SYFTE.....	17
1.1 Inledning.....	17
1.2 Forskning om intresse och kunnande i naturvetenskap.....	18
1.3 Allmänbildning i naturvetenskap.....	19
1.4 Känslor och estetik för lärande i naturvetenskap.....	22
1.5 Utbildning för hållbar utveckling.....	23
1.6 Formativ utvärdering för bättre lärande.....	24
1.7 Biologiska livscyklar som undervisningsinnehåll.....	25
1.8 Övergripande syfte.....	25
1.9 Disposition.....	26
2. TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER.....	27
2.1 Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv.....	27
2.2 Föränderliga begrepp och dynamiskt lärande.....	27
Lärares roll.....	28
Skolans naturvetenskap.....	30
Vardagskunnande – problem eller resurs?.....	30
Naturvetenskapens språk.....	34
”Zone of proximal development”.....	35
”Learning demand”.....	36
Transfer – målet med undervisning.....	37
Lärares kunskap och lärande.....	38
3. BIOLOGISKA LIVSCYKLER.....	41
3.1 Växters och djurs livscyklar i ett ekologiskt och evolutionärt perspektiv.....	41
Livets kontinuitet och diversitet.....	41
3.2 Ämnesområdets centrala begrepp.....	42
De nationella kursplanemålen.....	42
Centrala begrepp.....	43
Sammanfattning.....	45

3.3 Exempel på växters och djurs livscyklar .....	46
Djurs livscyklar .....	46
Växters livscyklar .....	46
3.4 Hur undervisas livscyklar? .....	49
4. FORSKNINGSOVERSIKT .....	51
4.1. Elevers kunnsnde om växters och djurs livscyklar .....	51
Levande – icke levande .....	51
Förökning och biologiska livscyklar .....	53
”Plant blindness” .....	55
Levande organismer för känsla och lärande .....	56
4.2 Undervisning och lärande .....	58
Lärares kompetens att undervisa ett naturvetenskapligt innehåll .....	59
Lärares undervisning .....	65
4.3 Sammanfattning .....	66
5 SYFTE, METODER OCH GENOMFÖRANDE .....	69
5.1 Syften och frågeställningar .....	69
5.2 Undersökningsgrupp och design .....	69
Skolan, läraren och eleverna .....	70
Uppläggning och genomförande .....	70
5.3 Datainsamling .....	71
Översikt .....	72
Forskningsfråga 1 .....	72
Forskningsfråga 2 .....	80
Forskningsfråga 3 .....	82
5.4 Bearbetning och analys av data .....	84
Forskningsfråga 1 .....	84
Forskningsfråga 2 .....	86
Forskningsfråga 3 .....	87
5.5 Studiens validitet och reliabilitet .....	87
5.6 Diskussion av metodval .....	91
5.7 Etiska ställningstaganden och åtgärder .....	93
Informerat samtycke .....	94
Konfidentialitet .....	94
Konsekvenser .....	95
Forskarens roll .....	96



6. UNDERVISNINGEN OCH HANDEDNINGEN .....	97
6.1 Kompetensutveckling och utvecklingsguider.....	97
6.2Handledning .....	98
6.3 Utvecklingsguide om biologiska livscyklar .....	98
6.4 Det praktiska innehållet i undervisningen .....	99
7. VAD LÄR SIG OCH UPPLEVER ELEVERNA? .....	103
7.1 Elevuppgifterna .....	103
Levande/inte levande.....	103
Växters förökning och livscyklar .....	105
Djurs förökning och livscyklar.....	122
7.2 Elevernas berättelser om växterna och småkrypen .....	128
Ärtplantan.....	128
Spyflugelarverna .....	130
7.3 Elevernas upplevelser av de levande organismerna .....	132
Elevernas svar på frågor om småkryp .....	132
Vad tycker eleverna om träd och örter? .....	138
7.4 Sammanfattning.....	143
Levande eller inte levande.....	143
Växters förökning och livscyklar .....	143
Befruktningsbegreppet .....	144
Djurs förökning och livscyklar.....	144
Elevernas upplevelser.....	145
7.5 Resultatdiskussion .....	145
Levande/inte levande.....	146
Förökning och biologiska livscyklar.....	147
Djurs förökning och livscyklar.....	150
Hur upplever eleverna småkrypen och växterna? .....	150
8. LÄRARENS KOMPETENS .....	153
8.1 Naturvetenskapligt kunnande om biologiska livscyklar.....	154
8.2 Undervisningsstrategier och idéer om lärande .....	157
Mer aktiv i sin lärarroll.....	158
Mer instruktioner för elevernas observationer .....	159
Repetition .....	161
Exemplifiera och variera .....	161
Mer reflektioner och diskussioner.....	162
Transfer blir ett mål.....	164
Begreppsintroduktioner behövs.....	165

8.3	Intresse för och kunskap om elevers föreställningar .....	167
	Intresserad av elevernas funderingar .....	167
	Elevernas uppfattningar som utgångspunkt .....	169
8.4	Användning av formativ och summativ utvärdering.....	171
	Begynnande intresse för utvärdering .....	171
	Börjar använda skrivböcker i formativt syfte .....	172
	Kommentarer i elevernas skrivböcker .....	173
	Muntlig repetition .....	173
	Använder förtestresultaten för sin planering.....	174
	Ställer frågor för att ta reda på vad eleverna kan och förstår.....	175
	Intresserar sig för eftertestresultaten .....	176
8.5	Sammanfattande analys och slutsatser .....	176
	Naturvetenskapligt kunnande om biologiska livscyklar .....	176
	Undervisningsstrategier och idéer om lärande.....	177
	Intresse för och kunskap om elevers föreställningar.....	179
	Användning av formativ och summativ utvärdering .....	179
8.6	Resultatdiskussion.....	180
9.	UNDERVISNINGENS FÖRÄNDRING .....	185
9.1	Stinas undervisning i förändring .....	185
	Levandebegreppet .....	185
	Växters förökning och livscyklar.....	186
	Djurs förökning och livscyklar .....	191
	Känslor och engagemang.....	193
9.2	Sammanfattning och diskussion.....	195
10.	DIDAKTISKA REFLEKTIONER .....	197
10.1	Transferproblematiken – blir kunskapen generell?.....	197
10.2	Vardag och vetenskap, teorier och verklighet.....	198
10.3	Det naturvetenskapliga språket .....	200
	Begrepp för resonemang och observationer .....	201
11.	DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	203
11.1	Design och genomförande.....	203
	En komplex verksamhet.....	204
11.2	Elevers förståelse och upplevelser .....	204
	Växters och djurs förökning och livscyklar .....	206
	Känslor och estetik.....	207
11.3	Lärarens utveckling och undervisningens förändring .....	209
	Formativ utvärdering bidrar till ökad ämnesdidaktisk kompetens .....	210

11.4 Kompetens, undervisning och lärande .....	211
Formativ utvärdering skapar behov av teorier .....	214
Formativ utvärdering för ett tillåtande klassrumsklimat .....	215
Formativ utvärdering och ZPD .....	216
Learning demand .....	216
11.5 Några implikationer för lärarutbildning .....	217
11.6 Fortsatt forskning .....	218
11.7 Lärande för hållbar utveckling? .....	218
SUMMARY .....	221
REFERENSER .....	246
 BILAGA 1 - 2	



## Förord

Som gymnasielärare var en av mina grundpelare att försöka undervisa på ett sådant sätt att eleverna skulle fascineras och förundras över naturmiljöns skönhet och rikedom och få en förståelse för på vilket sätt vi är beroende av en fungerande naturmiljö. Med goda exempel från Ralph Josefsson på lärarutbildningen och Sven Gustafsson under min lärarutbildningspraktik, försökte jag åstadkomma detta. Jag ”drog in” naturen i form av förna eller levande växter och småkryp, lät eleverna använda stereoluppar för att de skulle se hur vacker en bit lav, eller hur häftig en skalbagge kunde se ut i förstoring och extra ljus, eller upptäcka skönheten hos kiselalger, som i mikroskop blir som grönskimrande smycken. Med min bakgrund som biolog och kommunekolog, var det också naturligt för mig att bedriva en stor del av ekologiundervisningen i närliggande naturområden. Min uppväxt full av friluftaktiviteter, bidrog förstås också till detta. I 15-årsåldern - i mitten av 1970-talet - blev miljöfrågor en viktig del av mitt liv, när jag en sommar vistades i Los Angeles och periodvis fick uppleva hur smogen påverkade mig fysiskt och begränsade mina möjligheter till aktiviteter. Detta väckte min insikt om att frisk luft och friskt vatten inte kan tas för givet och kom att påverka min utbildningsinriktning och mitt yrkesval. Jag var också därefter i flera år engagerad i ideella miljöorganisationer.

I samband med ett utvecklingsprojekt under min anställning på Agnebergsgymnasiet i Uddevalla, fick jag kontakt med Maj-Lis Sjöbeck på dåvarande institutionen för ämnesdidaktik, vid Göteborgs universitet. Maj-Lis blev sedan den som inspirerade mig till att söka till forskarutbildning i ämnesdidaktik. 1997 blev jag antagen och påbörjade denna samtidigt som jag undervisade på Agnebergsgymnasiet. Efter några års barnledighet fortsatte jag utbildningen, nu parallellt med undervisning på lärarutbildningen i Göteborg. Jag deltog också i projekt, som gjorde det möjligt att påbörja min datainsamling. Först 2005, kunde jag dock på allvar ge mig in i avhandlingsarbetet genom att jag då blev antagen till den då nyinrättade forskarskolan CUL (Centrum för utbildningsvetenskap och lärarforskning), vid Göteborgs universitet. Nu är min privilegierade tid som forskarstuderande snart över och det är dags att tacka alla de som gjort det möjligt för mig att genomföra min forskarutbildning och att skriva en avhandling.

Först av allt vill jag rikta ett varmt tack till min huvudhandledare Björn Andersson, som alltsedan jag påbörjade min datainsamling engagerat sig i

mitt avhandlingsarbete och in i den sista redigeringsfasen, till synes outtröttligt, bidragit med värdefulla synpunkter och kommentarer. John Leach, Leeds universitet, f.d. gästprofessor vid enheten för ämnesdidaktik, har som min biträdande handledare också kontinuerligt varit ett stöd. Ann Zetterqvist tog på sig att vara en biträdande handledare vid sidan av honom, har lagt ner mycket kraft, under de senaste åren, på att hjälpa mig framåt i mitt avhandlingsarbete. Håkan Pleijel, på institutionen för växt- och miljövetenskaper, Göteborgs universitet har, som fackmässig handledare, bidragit med sin kompetens som biolog och ekolog, vilket jag uppskattar.

Utöver dessa har ett flertal personer inom universitetsvärlden bidragit med sin kompetens under olika skeden av avhandlingsarbetet. Jonas Emanuelsson, diskuterade mitt avhandlingsprojekt vid mitt planeringsseminarium på ett förtjänstfullt sätt och har också senare funnits till hands för fortsatta diskussioner. Karin Rönnerman har vid olika tillfällen bistått mig med råd och synpunkter. Inga Wernersson gav mig styrka att fortsätta under en period när bristen på finansiering var nära att få mig att avbryta mina studier och Jan-Eric Gustafsson tog sig tid till samtal om statistisk behandling av data. Johan Öhman, Örebro universitet, bidrog med sina insiktsfulla och stimulerande kommentarer vid mitt slutseminarium till att avhandlingen fick sin slutliga utformning.

Forskarnätverket ”Utbildning och hållbar utveckling”, tidigare finansierat av Vetenskapsrådet, har varit mycket inspirerande och stödjande. Under flera år leddes det på berömvärd sätt av initiativtagarna Per Wickenberg och Harriet Axelsson, på senare tid av Johan Öhman, som fortsatt i samma anda. Många har deltagit i träffarna under åren och bidragit till en välvillig och konstruktiv atmosfär vid diskussioner om våra pågående arbeten. Ni vet vilka ni är - tack!

På institutionen för pedagogik och didaktik, har förstås flera, utöver tidigare nämnda, på olika sätt varit betydelsefulla; Inger Björneloo, samarbetspartner och kollega när det gäller utbildning för hållbar utveckling, Anita Wallin och Frank Bach, som genom åren på flera sätt bidragit med sina kunskaper och erfarenheter och som alltid funnits till hands när jag behövt dem, liksom alla mina andra arbetskamrater på enheten för ämnesdidaktik, som på olika sätt stöttat och inspirerat mig och särskilt under den sista allra mest intensiva perioden ofta kommit med uppmuntrande tillrop, trots fullt upp med egna sysslor. Ni är många – ett varmt tack! Detsamma gäller alla mina

doktorandkolleger, under åren, ingen nämnd – ingen glömd. Ni har bidragit till stimulerande samtal och till att göra det trevligt att vara doktorand!

Ett särskilt varmt tack till Marianne Andersson, som vet hur man hanterar doktorander och till dem som hjälpte mig att få ordning på mitt manus inför tryckning: Lisbeth Söderberg som hanterade texten och Alexander deCourcy som språkgranskade ”Abstract” och ”Summary”. Ett varmt tack också till Gesons tryckeri för er professionella hantering av tryckningen av min avhandling, liksom till Birgitta, Maria och Eva som hjälpte mig att korrekturläsa manus. Jag hoppas att jag snart får hjälpa er med detsamma!

Ett särskilt och innerligt tack till den lärare och de elever som låtit mig komma in i sina klassrum och som så generöst låtit mig få ta del av sina tankar och funderingar. Ett tack också till Sten Torgerson, f.d. rektor på Agnebergsgymnasiet i Uddevalla, som uppmuntrade mig till att påbörja forskarutbildning och som också, i intialskedet, gjorde det praktiskt genomförbart.

Sist men inte minst mitt allra varmaste tack till familj och vänner som på olika sätt gjort mitt avhandlingsarbete möjligt. Mamma och pappa, som generöst låtit mig utnyttja sin bostad och som stått mig bi på olika sätt genom alla år, Anna, 10 år, som vid ett tillfälle när de sista veckornas intensitet stundom fick mig att tappa modet, ringde upp mig och med glad röst sa att hon bara ville muntra upp mig lite. Bättre energikick än så kunde jag inte få, Anna, och utan Peters tålmodiga stöd på alla möjliga plan hade denna avhandling förstås aldrig blivit skriven. Sist men inte minst, alla ni övriga, både på Skaftö och i Göteborg, som på olika sätt och under olika skeden bidragit till att få vardagen att fungera. Ett stort tack till er också!

Avhandlingen trycks på miljömärkt papper från f.d. Munkedals AB, numera Arctic paper. Detta är jag glad över, särskilt som Munkedals pappersbruk, då under ledning av Göran Langenskiöld, var först i Sverige med att börja tillverka miljömärkt finpapper och som därmed fick andra att följa efter.

Slutligen, Peter och Anna, ni som är absolut viktigast i mitt liv, men som jag avstått från att träffa alldeles för många kvällar, helger och semesterdagar, för att istället bearbeta min avhandling: Nu kommer jag snart hem igen!

Göteborg, december 2008

*Eva Nyberg*





# *BAKGRUND OCH SYFTE*

## 1.1 Inledning

Detta är en avhandling i ämnesdidaktik med inriktning mot naturvetenskap. Den behandlar undervisning och lärande om växters och djurs livscyklar i årskurs 5 och baseras på en fallstudie av en lärarens undervisning i två elevgrupper under två olika perioder. Jag undersöker hur elever beskriver och upplever fenomen som rör biologiska livscyklar och om detta ändras av undervisning. Jag studerar också hur en lärarens kompetens utvecklas när det gäller detta naturvetenskapliga ämnesinnehåll och mot bakgrund av ämnesdidaktisk handledning med inriktning på formativ utvärdering. Avsikten är också att synliggöra hur lärarens undervisning förändras under studiens gång.

Växters och djurs reproduktion och livscyklar är en förutsättning för livets kontinuitet på jorden. Grundläggande kunskaper om och intresse för detta ger eleverna möjlighet att förstå sin livsmiljö utifrån ett naturvetenskapligt perspektiv och har därför en plats i den naturvetenskapliga allmänbildningen. Min utgångspunkt är också att detta ämnesområde på sikt kan leda till insikter som är betydelsefulla för att tillägna sig undervisning för hållbar utveckling.

En lärarens kompetens att undervisa inom detta område är troligen avgörande för elevernas kunnande och intresse. En undervisning som utgår från levande växter och djur kan integrera känsla och lärande av ett ämnesinnehåll och samtidigt göra att undervisningen i naturvetenskap upplevs positivt.

Min förhoppning är att avhandlingen skall bidra till ökade insikter till gagn för lärarutbildning och skola liksom till forskarsamhällets kunskaper när det gäller sambandet mellan lärande, undervisning och lärarens kompetens med biologiska livscyklar som ämnesinnehåll.

## 1.2 Forskning om intresse och kunnande i naturvetenskap

Nationella utvärderingar har visat att en hel del elever i årskurs 9 inte uppnår kursplanemålen för de naturvetenskapliga ämnena (Skolverket, 2004, 2006). Det finns också studier som visar att många elever upplever undervisningen i naturvetenskap som tråkig (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005; Sjöberg, 2000), liksom att ett intresse för naturvetenskap troligen grundläggs tidigt (Lindahl, 2003). Internationella studier visar att det i allmänhet finns ett samband mellan kunskaper och intresse (Helldén, m.fl., 2004). När det gäller årskurs 5 har inga nationella utvärderingar gjorts när det gäller elevers kunnande i naturvetenskap, men det finns indikationer på att det finns behov av att utveckla undervisningen i naturvetenskap och att öka lärares kompetens att undervisa i NO<sup>1</sup> (Appleton, 2007).

I ett historiskt perspektiv visar forskningen, enligt Osborne och Dillon (2008), att undervisning i naturvetenskapliga ämnen fortfarande domineras av envägskommunikation och att det är sällsynt att elever själva får formulera sig i naturvetenskap, vare sig skriftligt eller muntligt. Geijerstam (2006) ger exempel på några olika studier av hur undervisning bedrivs. Dessa studier visar enligt henne att en ”dialogisk” undervisning är sällsynt men viktig.

De flesta forskare är, enligt Anderson (2007), oavsett forskningstraditioner och utgångspunkter, i allmänhet överens om att skolan inte underlättar för de flesta elever att lära sig naturvetenskap med förståelse. Detta underbyggs, menar han, av såväl storskaliga undersökningar som tusentals studier i klassrum. Att varken elevernas lärande eller undervisningen i naturvetenskap tycks förändras, trots omfattande utbildningsvetenskaplig forskning förbryllar. Vissa anser att detta beror på implementeringsproblem, andra på att forskningen inte sysslar med sådant som har relevans för lärarutbildning och skola (Lijnse, 2000; Millar, Leach, Osborne & Ratcliffe, 2006).

Flera forskare understryker att studier behövs där undervisning och lärande studeras samtidigt och där lärare och forskare arbetar tillsammans i lärarnas klassrum (Abell, 2007; Black, 2000; Scott, Asoko & Leach, 2007). Den s.k. designforskningen (t.ex. Andersson & Bach, 2005; Andersson & Wallin,

---

<sup>1</sup> NO är en förkortning för de naturorienterande ämnena i den svenska grundskolan. De består av biologi, fysik och kemi.

2006; Cobb, diSessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Méheut & Psillos, 2004) kan sägas utgöra exempel på detta, liksom ”learning study” och ”lesson study” (Holmqvist, Gustavsson & Wernberg, 2007; Pang & Marton, 2003; Stiegler & Herbert, 1999). Gemensamt för dessa typer av studier är en förändringsprocess av undervisningen i ett cykliskt förlopp med utgångspunkt från återkommande utvärdering av vad eleverna lär sig. Utmärkande för designforskningen är också att undervisningsidén baseras på forskningsbaserad kunskap om elevers förståelse av det innehåll som undervisningen berör och en analys av ämnesinnehållet. Dessa studier har stora likheter med hur en aktionsforskare planerar, genomför och utvärderar sin verksamhet genom den s.k. aktionsforskningscykeln (McNiff, 2002; Rönnerman, 2004). Samtidigt som forskarna analyserar och drar slutsatser om kritiska aspekter av undervisningen och lärandet, utvecklas också lärarna i sin profession.

Lijnse (1995) argumenterar för ”developmental research” som en metod att överbrygga gapet mellan teori och praktik. Det handlar då både om att förbättra undervisning i naturvetenskap och att göra framsteg inom didaktisk teori:

Developmental research combines, as said before, the practical with the theoretical, the learning of students with the learning of teachers, the aims of science teaching with their necessary pedagogy. It is not aimed at building ‘grand theories’, such as, for example understanding the human mind, but at understanding and developing ”good teaching practice” (Lijnse, 1995, s. 197).

Scott, Asoko och Leach (2007) betonar att det är nödvändigt med ett samarbete mellan forskare och verksamma lärare om förändringar i skolan som bygger på forskningsresultat skall kunna åstadkommas.

Jag har genomfört en klassrumsstudie med en lärare och hennes elever. Studien har drag av både aktionsforskning och ”developmental research”, liksom av designforskning.

### 1.3 Allmänbildning i naturvetenskap

I en rapport av Osborne och Dillon (2008) som baseras på seminarier, arrangerade av Nuffield Foundation, med forskare och lärarutbildare från nio olika europeiska länder, slås fast att naturvetenskaplig utbildning i den obligatoriska skolan vare sig kan eller bör i första hand ses som första stadiet i

rekryteringen av naturvetenskaplig och teknisk arbetskraft. I rapporten framhålls naturvetenskaplig allmänbildning som det främsta syftet med utbildning i naturvetenskap.

Utbildningen i de naturorienterande ämnena i den svenska grundskolan syftar till en naturvetenskaplig allmänbildning. Det framgår av den gemensamma kursplanetexten för dessa:

Naturvetenskapen har vuxit fram ur människans behov av att finna svar på de frågor, som rör den egna existensen, livet och livsformerna, platsen i naturen och universum. Naturvetenskap utgör därvid en central del av den västerländska kulturen. Naturvetenskapen kan både stimulera människors fascination för och nyfikenhet på naturen och göra denna begriplig. Naturvetenskapliga studier tillfredsställer lusten att utforska naturen och ger utrymme för upptäckandets glädje.

Syftet med utbildning i de naturorienterande ämnena är att göra naturvetenskapens resultat och arbetsätt tillgängliga. Utbildningen skall bidra till samhällets strävan att skapa hållbar utveckling och utveckla omsorg om natur och människor. Samtidigt syftar utbildningen till ett förhållningssätt till kunskaps- och åsiktsbildning som står i samklang med naturvetenskapens och demokratins gemensamma ideal om öppenhet, respekt för systematiska undersökningar och välgrundade argument. (Skolverket, 2007)

Undervisningen i naturvetenskap i den obligatoriska skolan skall alltså, enligt styrdokumentet, stimulera nyfikenhet och upptäckarlust, liksom bidra till en hållbar utveckling och utveckla omsorg om natur och människor.

Detta ger anledning att reflektera över den diskussion om ”Scientific Literacy” som pågått en tid inom forskarsamhället, om vilken balans det skall vara mellan den naturvetenskapliga undervisningens ämnesinnehåll och att utgå ifrån situationer där naturvetenskapen kan anses spela en roll i samhället. Roberts (2007) betecknar extremerna av respektive position Vision I och Vision II. Vision I står för naturvetenskapen som sådan, dess produkter och processer. Vision II är mer utåtblickande och utgår från situationer där naturvetenskapen har en roll som eleverna kommer att möta som medborgare. Den naturliga utgångspunkten, anser jag, åtminstone när det gäller undervisningen i grundskolan, liksom de ej naturvetenskapligt inriktade utbildningarna på gymnasiet, måste vara att utgå från de områden som finns i elevernas vardag, dvs. utgå från deras erfarenheter. Detta underströk redan Dewey (1916/1999) som avgörande både för lärande och motivation. Han menar att undervisningens grundläggande brist är att den inte utgår från situationer som eleverna upplevt:

Speaking generally, the fundamental fallacy in methods of instruction lies in supposing that experience on the part of pupils may be assumed. What is here insisted upon is the necessity of an actual empirical situation as the initiating phase of thought. (Dewey, 1916/1999, s. 153)

De övergripande målen för de naturorienterande ämnena kan tyckas svårförenliga med kursplanernas ämnesspecifika innehåll. Det gäller att försöka hitta ett sätt att kombinera dessa så att vare sig helheten eller ämnesinnehållet går förlorat. Munby & Roberts (1998) diskuterar riskerna med att i kursplaner bara betona det ämnesmässiga innehållet. De menar att detta inbjuder till att göra det man alltid gjort, dvs. att undervisa mot de specifika mål som har med den naturvetenskapliga meningen att göra och sedan hoppas att dessa tillsammans skall leda till något mer. Författarna hävdar att detta riskerar att leda att naturvetenskapens mänskliga karaktär går förlorad:

Quite clearly, a science curriculum that emphasizes only scientific meaning runs the risk of actually masking the human character of science, by ignoring the reasoned discourse that gives science its life. (Munby & Roberts, 1998, s. 103)

Kognitiva och affektiva mål, liksom mål om färdigheter måste gå hand i hand för att bilda en ”organisk helhet” för eleverna, menar författarna. På liknande sätt framhåller Kruckeberg (2006) att det är en utmaning för en lärare att överbrygga gapet mellan en elevs önskan av personligt meningsskapande och en uppsättning allmän kunskap som är sådan att den inte har något särskilt intresse för den enskilde. Han menar att inriktningen på begreppsförståelse och kognitiv utveckling verkar negligera andra aspekter av lärande:

One might also point out that all this emphasis in science education on the construction of concepts and cognitive development seems unnecessarily narrow, and seems to neglect aspects of educative growth that cannot be reduced to cognition: affect, motivation, interest, and general moral conduct. (Kruckeberg, 2006, s. 5)

Munby och Roberts (1998) framhåller betydelsen av att elevers alternativa modeller, teorier och förklaringar respekteras i undervisningen och att adekvata förklaringar ges om en elevs påstående eller svar är oacceptabelt. För att åstadkomma en undervisning som främjar ett demokratiskt samhälle med ansvarstagande medborgare, är det avgörande att undervisningen genomförs så att eleverna får självförtroende och en förmåga att argumentera, menar Munby & Roberts (1998). Jag anser att en förutsättning också är att eleverna lär sig ämnesområden på ett sådant sätt att de förstår den debatt som pågår i samhället när det gäller t.ex. naturvetenskap och hållbar utveckling,

men att detta måste gå att förena. Elever blir inte naturvetenskapligt allmänbildade om de inte kan något ämnesinnehåll.

Sund (2008) beskriver undervisningens innehåll som att det består av ett ämnesinnehåll och ett socialisationsinnehåll, vilka är nära förknippade med varandra. Socialisationsinnehållet, menar han, består av följemeningar<sup>2</sup> som lärare ofta meddelar helt oreflekterat, genom sitt sätt att tala och genomföra undervisningen på. Den undervisning som studeras i denna avhandling bygger på att eleverna observerar och sköter om levande organismer. Det har då betydelse hur detta innehåll introduceras av läraren och hur samtalen förs, för vilka följemeningar som förmedlas. Att undersöka undervisningens socialisationsinnehåll utgör dock inte fokus för min avhandling.

## 1.4 Känslor och estetik för lärande i naturvetenskap

Jakobson (2008) framför att känslor och estetik oftast behandlats som separerat från begreppslig förståelse och bara betraktats som en fråga om attityder och motivation. I sin avhandling kommer hon fram till att estetiskt<sup>3</sup> meningsskapande har betydelse för det naturvetenskapliga lärandet hos elever i grundskolans tidigare år.

En undervisning som är rik på och tillåter affektiva och känslomässiga inslag har alltså inte bara betydelse för elevernas intresse, utan troligen också för vad de lär sig, liksom för deras långsiktiga behållning av undervisningen. Min egen erfarenhet är att barn har ett intresse för naturvetenskapliga frågor, som grundas på nyfikenhet och upptäckarlust angående den livsmiljö vi lever i. En undervisning som tar både känsla och estetik i beaktande tror jag gynnar ett bibehållande av detta intresse. Än så länge finns det dock inte många empiriska studier som stödjer detta. Wickman (2006) framhåller att sådana studier behövs när det gäller undervisning och lärande i naturvetenskap:

---

<sup>2</sup> Begreppet följemening har introducerats av Roberts (1998) tillsammans med Leif Östman, som ett övergripande begrepp för den "the 'extra' meanings that accompany scientific meaning, in curriculum and textbook as well as in teaching" (Roberts, 1998, s. 11).

<sup>3</sup> Jakobsson refererar till Dewey (1934/80) samt Wickman (2006) och beskriver att estetiska omdömen inte bara inbegriper vad som är vackert eller trevligt, utan också vad som är fullt och otrevligt.

We also need to make further comparisons as to what difference various kinds of aesthetic experiences could make for learning science, and we need examine more closely what difference a teacher can make in science education by noticing and taking more seriously the aesthetic experiences of students (Wickman, 2006, s. 166).

Helldén, m.fl. (2005) skriver i en forskningsöversikt om undervisning med naturvetenskapligt innehåll, att trots att andra discipliner länge sett känslor som centrala i lärandeprocessen är sådana studier inte vanliga inom naturvetenskaplig utbildning. Skälen till detta kan bl. a. vara att naturvetenskapen anses objektiv och fri från värderingar, menar de. Däremot finns det flera som betonar att känslor och upplevelser i den naturvetenskapliga undervisningen i kursplaner måste stärkas (Helldén m.fl., 2005). Min egen uppfattning är dock att denna aspekt finns i de svenska kursplanerna för naturorienterande ämnen (se t.ex. kursplanecitatet ovan), men att det gäller att finna undervisningsinnehåll där detta kommer till uttryck, på ett sådant sätt att det blir tydligt för eleverna.

Koballa och Glynn (2007), som gjort en översikt över forskningen om attityder och motivation i undervisning i naturvetenskapliga ämnen, hävdar att naturvetenskapligt lärande inte enbart kan förklaras genom att undersöka kognitiva faktorer. De betonar att elevers attityder och motivation måste tas i beaktande då man förklarar vad elever lär sig och menar att den roll som detta har när det gäller lärande i naturvetenskap är något som behöver undersökas mer.

## 1.5 Utbildning för hållbar utveckling

Utbildningen i de naturorienterande ämnena skall som tidigare nämnts ”bidra till samhällets strävan att skapa hållbar utveckling och utveckla omsorg om natur och människor” (Skolverket, 2007). Av kursplanetexten för biologiämnet framgår att undervisningen skall ”befästa upptäckandets fascination och glädje och människans förundran och nyfikenhet inför det levande” (Skolverket, 2007). Enligt kursplanens ämnesspecifika mål skall eleverna vid slutet av årskurs 5 bl.a. ”kunna ge exempel på livscyklar hos några växter och djur och deras olika stadier”. Eleverna skall också känna igen och kunna namnen på några vanliga organismer i närmiljön och känna till deras livsmiljökrav.

I betänkandet ”Att lära för hållbar utveckling” (SOU 2004:104), en konsekvens av den av Förenta Nationerna proklamerade dekadern för utbildning för hållbar utveckling, 2005-2014 (UNESCO, 2008), slås fast att enigheten är stor om att ”hållbar utveckling vilar på tre pelare bestående av ekonomiska, sociala och miljömässiga dimensioner” (SOU 2004:14, s. 70). I de miljömässiga dimensionerna anser jag att en förståelse för själva livets förutsättningar och villkor är en självklar utgångspunkt.

Denna avhandling avser dock inte att studera undervisningens relevans för utbildning för hållbar utveckling, men jag menar att undervisningens innehåll kan motiveras av denna relevans.

## 1.6 Formativ utvärdering för bättre lärande

En omfattande forskningsöversikt visar att en ökad formativ utvärdering på ett avgörande sätt kan förbättra elevers lärande (Black & Wiliam, 1998a). Forskningsöversikten visar också att formativ utvärdering i skolan är föga utvecklad. Black (2000) framhåller att för att åstadkomma en verklig förändring av lärares utvärderingspraktik, räcker det inte med isolerade forskningsstudier. Det som krävs, enligt honom, är projekt där forskare och lärare arbetar tillsammans för att omsätta forskningsresultat till klassrumspraktik. Senare studier har visat att också lärarens praktik förändras när utvärderingar genomförs i formativt syfte (Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 2003; Millar, Leach, Osborne & Ratcliffe, 2006). Under åren 2000-2004 var jag kursledare och handledare i ett fortbildningsprojekt<sup>4</sup>. Då blev det tydligt för mig att formativ utvärdering inte är allmänt förekommande (Nyberg, 2004a) och att lärare i allmänhet tror att eleverna lär sig det som undervisas i naturvetenskap (Abell, 2007).

---

<sup>4</sup> Björn Andersson på enheten för ämnesdidaktik, Institutionen för pedagogik och didaktik vid Göteborgs universitet var projektledare. Fortbildningsprojekten finansierades först via NOT-projektet (Naturvetenskap och Teknik), därefter med kompetensutvecklingsmedel från Skolverket. Fortbildningen riktade sig dels till lärare i årskurs 6-9, dels till lärare i årskurs 1-5. Syftet med de båda fortbildningsprojekten var att deltagarna skulle utveckla sin kompetens att utvärdera sin naturvetenskapliga undervisning formativt, dvs. för att förbättra den egna undervisningen. För lärarna i skolår 1-5 var syftet också att bidra till utveckling av deras kompetens att undervisa i naturvetenskap.



## 1.7 Biologiska livscyklar som undervisningsinnehåll

I ovan nämnda fortbildningsprojekt producerades olika utvecklingsguider<sup>5</sup> med utgångspunkt från kursplanemålen i skolår 5 och på grundval av forskningsresultat om elevförståelse och undervisning om det aktuella området. De prövades av de deltagande lärarna i deras klasser. En av guiderna gällde växters och djurs livscyklar.

Jag kom att handleda flera av de lärare som under kursens gång undervisade om livscyklar i sina klasser. Det visade sig då att oavsett om eleverna var 7 eller 12 år verkade studierna av artemier, spyflugelarvers metamorfos eller odlingar av ärtplantor, engagera eleverna. Lärare rapporterade i sina dagboksanteckningar om hur eleverna rusade in i klassrummet på morgnarna för att undersöka sina odlingar. Det fanns också de som märkte att studierna av växterna och småkrypen stimulerade annars svårmotiverade elever att skriva (Andersson & Nyberg, 2006). Elevernas uppenbara engagemang, som återkom i klasserna oavsett åldersgrupp, gjorde att jag också började inse att denna undervisning, med studier av levande organismer som utgångspunkt, inte bara handlade om det strikt naturvetenskapliga kunnandet, utan att den också kunde innehålla fascination och förundran över själva ”livet”, i enlighet med de övergripande kursplanemålen för grundskolans naturvetenskap som beskrivits ovan. För mig betydde detta också att denna undervisning hade potential att utgöra en grund i utbildning för hållbar utveckling (Nyberg, 2004b).

## 1.8 Övergripande syfte

Sammanfattningsvis konstateras att utvärderingar visar en vikande trend när det gäller elevers kunskaper i och intresse för NO. Detta betyder antagligen på sikt en låg grad av naturvetenskaplig allmänbildning bland befolkningen som helhet. Detta kan innefatta även förutsättningar att ta till sig, förstå och förhålla sig kritiskt till argument rörande bl.a. hållbar utveckling. Forskning visar dessutom att intresse för NO grundläggs tidigt. Undervisning om växters

---

<sup>5</sup> Utgångspunkten var den läromedelsprototyp som under 1970-talet producerades av LMN-projektet (Låg- och Mellanstadiets Naturvetenskap) vid dåvarande Lärarhögskolan i Göteborg (Andersson, 1989).

och djurs förökning och livscyklar som utgår från levande organismer kan beröra och engagera. Detta kan möjligen underlätta för eleverna att lära sig förstå sin livsmiljö utifrån ett naturvetenskapligt perspektiv. Formativ utvärdering förbättrar elevernas lärande och kan också förändra lärarens undervisning.

Mot denna bakgrund är det övergripande syftet med denna avhandling att studera undervisning och lärande om växters och djurs livscyklar i en lärandemiljö där formativ utvärdering betonas och där levande växter och djur är en utgångspunkt.

## 1.9 Disposition

Avhandlingen är indelad i följande kapitel: Bakgrund och syfte (kap. 1), Teoretiska utgångspunkter (kap 2), Biologiska livscyklar (kap 3), och Forskningsöversikt (kap 4). Kapitel 5 innehåller avhandlingens syfte, metod och genomförande. Undervisningen och handledningen beskrivs i kapitel 6. Därefter följer tre resultatkapitel: kapitel 7, som redovisar vad eleverna lär sig och upplever, kapitel 8, som handlar om lärarens kompetens och kapitel 9, som berör lärarens undervisning. Kapitel 10 innehåller didaktiska reflektioner och kapitel 11 utgör diskussion och slutsatser.

## 2. TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER

I denna avhandling studeras elevers och en lärares individuella lärande, och det betraktas i det sociala sammanhang och i den miljö där läraren och eleverna befinner sig. Avhandlingens frågeställningar, analyser och slutsatser utgår från ett socialkonstruktivistiskt sätt att betrakta lärande och kunnande. De biologiska teorier och begrepp som rör detta naturvetenskapliga ämnesinnehåll är också en utgångspunkt vid datainsamling, analyser och slutsatser.

### 2.1 Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv

Socialkonstruktivismen utgår från att kunskapsbildningen sker i interaktion med den omgivning individen befinner sig i och alltså beror av de intryck och den vägledning som eleven får från lärare, kamrater, böcker, upplevelser etc. Kunnandet formuleras i de situationer som det används, men bygger på individens tidigare erfarenheter och kunskaper. Det utvecklas och förändras i mötet med andra människor eller med andra delar av omgivningen. Leach och Scott (2008) beskriver detta på följande sätt:

This social constructivist view brings together the social-interactive and personal-sense-making parts of the learning process and identifies language as the central form of mediational means on both social and personal planes. (Leach & Scott, 2008, s. 655)

Med ett socialkonstruktivistiskt perspektiv blir det intressant att försöka komma fram till vad någon kan och lär sig. Jag kan dock bara ha hypoteser om vad någon kan eller förstår. Genom att analysera språket så som det uttrycks i tal, skrift eller handling försöker jag få en uppfattning om det individuella kunnandet.

### 2.2 Föränderliga begrepp och dynamiskt lärande

Att kunnande betraktas som något som konstrueras av varje individ skulle kunna uppfattas som att begrepp och kunnande är något statiskt som man bär med sig från en situation till en annan. Piaget, vars forskning ligger till grund

för konstruktivismens grundidéer, tänkte sig dock inte att begrepp och kunskaper är statiska. Kunnande och lärande såg han istället som något mycket dynamiskt, som konstrueras och existerar i situationer. När situationen upphör finns inte de aktuella begreppen som sådana, utan en potential att formulera dessa i en ny situation (Andersson, 2005; Bach, 2001). Furth (1969), som ingående studerat Piagets skrifter skriver så här:

...knowledge is in Piaget's theory never a state, whether subjective, representative, or objective. It is an activity. It can be viewed as a structuring of the environment according to underlying subjective structures or as a structuring of the subject in living interaction with the environment. (Furth, 1969, s. 20)

Genom att det individuella kunnandet förändras och utvecklas kan jag alltså inte veta om elever alltid har de föreställningar de ger uttryck för vid ett särskilt tillfälle eller att de självklart skulle uttrycka sig på samma sätt vid ett annat tillfälle eller i ett annat sammanhang. Detta är min utgångspunkt vid analyser och slutsatser. I den löpande texten är jag dock inte alltid stringent i mitt sätt att uttrycka mig. Ibland skriver jag att eleverna ”kan” eller ”kan inte”, med innebörden att de just då gav eller inte gav uttryck för att kunna. Att alltid skriva på detta sätt skulle göra texten alltför otymplig.

## Lärarens roll

För Vygotsky (1978), som introducerade begreppet ”Zone of proximal development” – den närmaste utvecklingszonen –, var lärarens vägledning avgörande. Piaget (1962) ansåg däremot att läraren inte alltid hade en positiv inverkan på barnens lärande:

In some cases, what is transmitted through instruction is well assimilated by the child because it represents in fact an extension of some spontaneous constructions of his own. In such cases, his development is accelerated. But in other cases, the gifts of instruction are presented too soon or too late, or in a manner that precludes assimilation because it does not fit in with the child's spontaneous constructions. Then the child's development is impeded, or even deflected into barrenness, as so often happens in the teaching of the exact sciences. (Piaget, 1962, opaginerat)

Dewey (1916/1999) diskuterar också elevens egen aktivitet i förhållande till lärarens och framhåller att ingen tanke eller idé kan överföras som sådan från en person till en annan. Föräldrarnas eller lärarens uppgift är att skapa förutsättningar för barnet att lära och att stimulera barnet till att tänka själv och förstå innebörder och samband. Dewey understryker dock att detta inte innebär att den vuxne skall stå vid sidan om och låta barnet arbeta i isolering, utan att den vuxne skall delta i lärandet. På så sätt, menar han, lär sig läraren

tillsammans med barnet. Bruner (1985) beskriver den vuxnes roll som handledare i enlighet med Vygotsky och myntar termen ”scaffolding”:

If the child is enabled to advance by being under the tutelage of an adult or a more competent peer, then the tutor or the aiding peer serves the learner as a vicarious form of consciousness until such a time as the learner is able to master his own action through his own consciousness and control. When the child achieves that conscious control over a new function or conceptual system, it is then he is able to use it as a tool. Up to that point, the tutor in effect performs the critical function of ”scaffolding” the learning task to make it possible for the child, in Vygotsky’s word, to internalize external knowledge and convert it into a tool for conscious control. (Bruner, 1985, s. 24-25)

Säljö (1998) menar, liksom Bruner (1985), att människor inte lär sig i isolering och att deras kunskap och färdigheter är beroende av de mer erfarna medlemmarna i deras samhälle och kultur. Mercer, Dawes, Wegerif och Sams (1994) har också uppmärksammat lärarens betydelse för att öka elevens förståelse både av diskussioner och kursplaneinnehåll. Andra har framfört lärarens centrala betydelse som bärare av den naturvetenskapliga kulturen (Andersson & Bach, 2005; Wallin, 2004).

Karplus<sup>6</sup> (1965) menar att de konkreta erfarenheter som eleverna möter i undervisningen måste presenteras i ett sammanhang som hjälper eleverna att bygga upp en begreppsstruktur. Med en begreppsstruktur och ett medel att kommunicera kan en individ så småningom bygga upp en naturvetenskaplig allmänbildning, anser han. Genom den s.k. lärandecykeln, som lanserades av Karplus och hans forskargrupp och som också tillämpades i det svenska LMN-programmet (Andersson, 1989), infördes en modell för att i undervisningen åstadkomma en balans mellan införande av nya begrepp och elevens eget upptäckande. Detsamma påtalar Carlsen (2007) som menar att en del begrepp och företeelser, som t.ex. fotosyntesen, aldrig kan förstås genom praktiska undersökningar (”hands-on experience”) hur kreativa och tidsödande dessa än är. Det är dock inte bara det begreppsliga lärandet som gynnas av den typ av undervisning som lärandecykeln beskriver, enligt Treagust (2007). Forskning visar, menar han, att denna undervisning har positiva effekter också på elevens attityder och motivation.

---

<sup>6</sup> Robert Karplus, professor i teoretisk fysik vid Berkleyuniversitetet Berkleyuniversitet, ledde under 1960- och 1970-talet Science Curriculum Improvement Study (SCIS), ett projekt för att förbättra naturvetenskaplig undervisning i lägre åldrar. Detta låg till grund för det svenska LMN-projektet (Låg- och Mellanstadiets Naturvetenskap) som drevs vid dåvarande Lärarhögskolan i Göteborg under 1970-talet.

## Skolans naturvetenskap

De teorier och begrepp som ingår i skolans undervisning kan inte eleverna upptäcka själva, genom sina egna observationer (Leach & Scott, 1995). Eleverna kan studera hur magneter drar till sig järnföremål eller hur en lampa tänds i en sluten elektrisk krets, men de kan inte genom detta komma fram till begrepp som magnetiskt fält eller hur elektricitet uppkommer eller fortplantas genom en ledare (Andersson, 2001; Leach & Scott, 1995). Andra exempel på abstrakta och komplexa naturvetenskapliga modeller är atom eller ljusstråle. Dessa är något "därute" som vi inte kan se, och som vi därför måste använda vår fantasi för att få en uppfattning om (Andersson, 1986). När det gäller aspekter av livscyklar är befruktning eller genetiskt arv lika abstrakta företeelser (Lewis & Wood-Robinson, 2000). För att bli medveten om och lära sig använda sådana begrepp och teorier måste eleverna introduceras i dessa av någon som redan tillägnat sig dem. De måste också få möjlighet att diskutera och pröva sina kunskaper i olika sammanhang. Med detta som utgångspunkt handlar lärande i naturvetenskap mer om att bli en del av en viss kultur än att den enskilde individen skall "förstå" den naturvetenskapliga världen på sitt eget sätt (Leach & Scott, 1995). Att lärande i naturvetenskap handlar om att komma in i ett nytt samtalssammanhang, en ny kultur, menar också Driver, Asoko, Leach, Mortimer och Scott (1994), liksom Aikenhead (1998) som talar om att elever är turister i en främmande kultur när det gäller undervisning i naturvetenskap.

## Vardagskunnande – problem eller resurs?

Många studier visar att elever har uppfattningar om naturvetenskapliga fenomen som inte stämmer överens med naturvetenskapens uppfattningar om dessa. De är också ofta djupt rotade hos eleverna och anses ha betydelse för vad de lär sig (diSessa, 2006). Skolkursernas vetenskapliga begrepp glöms ofta bort av eleverna, medan de vardagliga föreställningarna kvarstår efter undervisningen (Andersson, 2001). När eleverna väl lär sig motsvarande naturvetenskapliga begrepp har deras förståelse av dem en benägenhet att vara yttlig eller mekanisk (Hills, 1989).

S.k. vardagstänkande om naturvetenskapliga fenomen kan vara tillräckligt för den vardagliga tillvaron, men skiljer sig från naturvetenskapliga teorier. Att lära sig naturvetenskap handlar därför ofta om att utveckla nya sätt att se på välbekanta fenomen. Det innebär att ta till sig en annan kulturs perspektiv

och kan därför beskrivas som ”bryta med” snarare än att ”bygga på” ett vardagligt synsätt (Leach & Scott, 1995).

Vardagligt och vetenskapligt tänkande kan ses som olika men komplementära och respektabla sätt att veta och förstå, framhåller Andersson (2001) och hänvisar i detta både till både Piaget och Vygotsky. Det vardagliga tänkandet bör därför inte betraktas som något som måste bekämpas, menar han. Istället kan elevens mentala utveckling stimuleras av mötet mellan vardagliga och vetenskapliga begrepp:

Det gäller att få elevernas tänkande att röra sig fram och tillbaka mellan vardagligt och vetenskapligt plan. De skall inte bara kunna rita upp lärobokens bild för att förklara månens faser utan också iaktta den verkliga månen och reflektera över i vilken riktning den verkliga solen befinner sig. De skall inte bara kunna formeln för fotosyntesen utan också koppla ortens massafabrik eller sågverk till fotosyntes i barr. (Andersson, 2001, s. 14)

Hills (1989) problematiserar begreppet ”common sense” (vardagsförståelse, sunt förnuft) i relation till naturvetenskaplig kunskap och hävdar bl.a. att vi vet mycket lite om karaktären på eller ursprunget till denna. Barnen har en kunskap om sin omvärld som de delar med sin omgivning i övrigt och som därför också varierar mellan olika kulturer. Kanske är det till och med så att barnens ”sunda förnuft” utgör en teori, ett ramverk, som de utgår ifrån även i den naturvetenskapliga undervisningen och att därför elevers föreställningar inte skall betraktas isolerat utan ses som en del av mer eller mindre sammanhängande idéer om det ämnesområde det handlar om, menar Hills. Han ger som exempel begreppet ”frukt”, som i sin biologiska betydelse avser den fröbärande delen av en växt. I vardagen och i matlagningssammanhang ställer man däremot frukt i motsats till grönsaker. ”Frukt” har alltså en annorlunda betydelse i vardagsspråket, än det har inom biologin (Hills, 1989). Han menar också att vi använder oss av vardagens föreställningar i de situationer där detta är det mest lämpliga och att det alltid kräver ett visst mått av ansträngning att tillämpa sin naturvetenskapliga kunskap om olika företeelser. Vi överger alltså inte vår ”vardagsförståelse” en gång för alla. Den uppstår och används i olika situationer (Hills, 1989), även av vuxna och av naturvetenskapligt utbildade personer.

Warren, Ballenger, Ogonowski, Rosebery och Hudicourt-Barnes (2001) anser att det finns två dominerande perspektiv när det gäller att se på förhållandet mellan vardagskunnande och naturvetenskapligt kunnande. Ur det ena perspektivet ses detta förhållande som diskontinuerligt, dvs. vardags-

kunnandet anses här i stor utsträckning vara inkompatibelt med det naturvetenskapliga och s.k. missuppfattningar måste bytas ut mot naturvetenskapligt korrekta förklaringar. Det andra perspektivet, menar de, fokuserar

the productive conceptual, metarepresentational, linguistic, experiential, and epistemological resources students have for advancing their understanding of scientific ideas. This work does not assume a simple isomorphism between what children do and what scientists do; rather, it views the relationship as complex and taking a variety of forms: similarity, difference, complementarity and generalization (Warren, m.fl. 2001, s. 531).

Med utgångspunkt från två olika fallstudier med elever medan de har undervisning i naturvetenskap har författarna kommit fram till att eleverna använder sitt vardagliga språk och kunnande på ett kreativt sätt för att diskutera komplexa företeelser i sin omvärld och att detta utgör ovärderliga intellektuella resurser som kan understödja barn när de tänker på och lär sig förklara sin omvärld på ett naturvetenskapligt sätt.

Likewise, in the science classroom children's questions and familiar ways of discussing them do not lack complexity, generativity, or precision; rather, they constitute invaluable intellectual resources which can support children as they think about and learn to explain the world around them scientifically. (Warren, m.fl., 2001, s. 548)

Detta liknar Dewey's ståndpunkt som innebär att barnets erfarenheter och utgångspunkter i förhållande till kursplanernas ämnesinnehåll inte handlar om två olika bestämda sätt att betrakta världen utan som en gradvis förändring:

Abandon the notion of subject-matter as something fixed and ready-made in itself, outside the child's experience; cease thinking of the child's experience as also something hard and fast; see it as something fluent, embryonic, vital; and we realize that the child and the curriculum are simply two limits which define a single process. Just as two points define a straight line, so the present standpoint of the child and the facts and truths of studies define instruction. It is continuous reconstruction, moving from the child's present experience out into that represented by the organized bodies of truth that we call studies. (Dewey, 1902/1983, s. 278)

Dewey (1925/1958) anser också att utan vardagskunnande får inte vetenskapliga begrepp någon mening. Han exemplifierar detta med den kemiska beteckningen H<sub>2</sub>O för vatten, som inte får någon innebörd över huvudtaget utan den vardagliga erfarenheten av vatten. Han understryker alltså den betydelse erfarenheten har för lärandet och menar att det behövs en faktisk empirisk situation som ett initialskede för tänkandet (Dewey, 1916/1999).



Andersson (1989) poängterar också vikten av att en undervisning som avses bygga på elevens egna iakttagelser också måste bygga på elevens ”teorier”, eftersom observation och teori hänger ihop, men att detta är lätt att glömma bort:

Vi tar för givet att det vi ser också ses av alla andra, helt enkelt därför att vi inte märker våra egna inrotade tankestrukturer. Även tillsynes självklara observationer rymmer betydande inslag av vardagliga teorier. Den vuxne tittar t.ex. ut genom fönstret och observerar att vinden skakar om trädkronorna. Men det lilla barnet ser att träden ruskar på sig så att det fläktar. (Andersson, 1989, s. 22)

Det kan dock finnas en skillnad mellan vardagligt och naturvetenskapligt kunnande, som innefattar både kunskapens natur och innehållet i den. Andersson (2001) beskriver skillnaden mellan vardagligt och vetenskapligt tänkande som att ett vardagligt tänkande är omedvetet, situationsbundet och har mindre krav på inre sammanhang och logik, medan ett vetenskapligt tänkande är medvetet, generellt och logiskt invändningsfritt.

Lijnse (2000) ser på naturvetenskapligt lärande som en process där elevernas erfarenhetsbas och föreställningsvärld succesivt kompletteras och förändras:

*/.../ we think it is best to think of science learning as a process in which pupils, by drawing on their existing conceptual resources, experiential base and belief system, come to add those (with accompanying changes of meaning). (Lijnse, 2000, s. 317)*

När det gäller aspekter av växters och djurs livscyklar verkar det på samma sätt vara rimligt att anta att för många av de begrepp som ingår där har eleverna idéer före undervisningen, som inte behöver vara felaktiga, utan snarare ofullständiga och som förhoppningsvis genom undervisningen kompletteras och fördjupas. Min utgångspunkt är att elever i denna ålder knappast har funderat särskilt mycket över detta och att när de ombeds förklara något, använder de den erfarenhetsbas de har för att ge en förklaring de just då verkar tycka är rimlig.

I den socialkonstruktivistiska begreppsforskningen används olika termer och uttryck för att beskriva de föreställningar eleverna ger uttryck för som skiljer sig från den allmänt accepterade naturvetenskapliga kunskapen. Dessa är t.ex. ”alternativa idéer”, ”vardagsföreställningar”, ”missuppfattningar” och ”förföreställningar”. Vygotsky (1986) skiljer på ”spontana begrepp” (vardagsbegrepp) och ”vetenskapliga” begrepp. Spontana begrepp används i det vardagliga språket, medan naturvetenskapliga begrepp är de formella begrepp som man bara kan lära sig genom undervisning. Enligt diSessa

(2006) används oftast termen ”misconceptions”. Denna kan dock betyda både elevers vardagsföreställningar och missuppfattning av undervisningen. När jag beskriver mina egna analyser och slutsatser kommer jag fortsättningsvis att använda mig av ”vardagsuppfattningar” eller ”elevers omvärldsuppfattning”.

## Naturvetenskapens språk

Lemke (1990) införde begreppet ”talking science” och uppmärksammade därmed att lärande i naturvetenskap innebär att lära sig kommunicera med det specialiserade naturvetenskapliga språkbruket, men också att det inte bara handlar om att lära sig vad olika ord betyder:

Classroom language is not just a list of technical terms, or even just a recital of definitions. It is the *use* of those terms in relation to one another, across a wide variety of contexts. Students have to learn how to *combine the meanings* of different terms according to the accepted ways of talking science./.../

To get the meaning of the whole, you need to know more than the meaning of each word: you need to know the *relations of meaning* between different words (Lemke, 1990, s. 12, författarens kusivering).

Även Östman (1998) framhåller att lärande av naturvetenskapliga definitioner av ord eller uttryck kräver ett särskilt sätt att använda språket och att det är genom att använda detta i enlighet med överenskomna konventioner som man kan förstå och kommunicera naturvetenskapens innebörd. Ordet ”sur” i vardaglig betydelse (smakar surt) har inte samma innebörd som den naturvetenskapliga (lågt pH). Elever måste därför få möjlighet att använda det naturvetenskapliga språket för att förstå innebörden av ett särskilt begrepp (Östman, 1998). När det gäller biologiska livscyklar kan det handla om ord som ”frö” och ”frukt”, som har specifika betydelser i sammanhanget ”livscyklar”, men som har en mängd olika betydelser i ett vardagligt sammanhang.

När det gäller det talade språket jämfört med det skrivna, genomförde Rivard och Straw (2000) en studie för att undersöka vilken betydelse samtal respektive skrivande hade för vad eleverna lärde sig under lektioner i ekologi. De kom fram till att elevernas samtal var viktiga för att utveckla, klargöra och dela med sig av kunskap, medan skrivandet blev ett stöd för att formulera denna på ett mer strukturerat och sammanhängande sätt (Rivard & Straw, 2000). Det visade sig också att samtal i kombination med skrivande var gynnsamt för elevernas långsiktiga behållning av undervisningen.

## **”Zone of proximal development”**

Enligt Wertsch (1985) introducerade Vygotsky begreppet ”zone of proximal development”<sup>7</sup> för att försöka hantera två problem, dels bedömning av barns intellektuella förmågor, dels utvärdering av undervisning. Vygotsky menar att orsaken till att barn lär sig olika mycket med hjälp av en lärares ledning, trots liknande mental utvecklingsnivå, är att deras närmaste utvecklingszon är olika. Så här beskriver han denna zon:

It is 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)

Zonen, menar han, definierar de mentala funktioner som inte ännu mognat men som håller på att mogna. Dessa funktioner skulle kunna kallas utvecklingens ”knoppar” eller ”blommor”, snarare än utvecklingens ”frukter”, dvs. vad som är inom den närmaste utvecklingszonen idag kommer att vara den aktuella utvecklingsnivån i morgon (Vygotsky, 1978). Den närmaste utvecklingszonen bestäms både av barnets utvecklingsnivå och den undervisning barnet får, menar Wertsch (1985). Den närmaste utvecklingszonen är ett begrepp som utrustar psykologer och utbildare med ett redskap med vilket utveckling kan förstås, enligt Vygotsky. Genom att använda detta tar vi hänsyn inte bara till den utveckling som skett, utan också till det som håller på att utvecklas. Ett barns mentala utvecklingsnivå kan bara avgöras genom att den aktuella utvecklingsnivån och den närmaste utvecklingszonen klargörs. Innebörden av begreppet den närmaste utvecklingszonen betyder att undervisning bör sträva efter att föregå barnets utveckling. Ett lärande som riktas mot utvecklingsnivåer som redan nåtts är ineffektivt med utgångspunkt från barnets totala utveckling (Vygotsky, 1978; Wertsch, 1985). Slutsatsen är att utvecklingsprocessen inte sammanfaller med lärandeprocessen. Snarare är det så att utvecklingsprocessen kommer efter lärandeprocessen. Detta innebär att när ett barn lärt sig t.ex. innebörden av ett ord eller klarar av addition, är inte utvecklingsprocessen klar. Istället har den precis påbörjats och utgör basen för fortsatta komplexa processer i barnets tänkande, menar Vygotsky (1978). En annan slutsats är att lärande och utveckling aldrig uppnås i samma omfattning eller parallellt, utan det är i högsta grad komplexa, dynamiska relationer mellan utvecklings- och

---

<sup>7</sup> I fortsättningen använder jag ”den närmaste utvecklingszonen” som en svensk term för detta begrepp.

lärandeprocesser. Varje skolämne har också sin specifika relation till ett barns utveckling och denna relation varierar också från ett stadium till ett annat (Vygotsky, 1978). I detta sammanhang tar han upp problemet med hur den formella utbildningens uppdelning i olika skolämnena skall kunna se till elevernas övergripande mentala utveckling. Hans slutsats är att detta bara kan lösas med konkret forskning baserad på konceptet ”den närmaste utvecklingszonen”:

Clearly, the problem cannot be solved by using any one formula; extensive and highly diverse concrete research based on the concept of the zone of proximal development is necessary to resolve the issue. (Vygotsky, 1978, s. 91)

Leach och Scott (2002) diskuterar lärarens roll i klassrummet för att göra naturvetenskapen förståelig för eleverna. De framhåller att lärarens centrala roll måste vara att på olika sätt kontinuerligt följa elevernas förståelse och stimulera honom/henne att komma vidare genom att arbeta inom den närmaste utvecklingszonen:

As teachers engage in these linked processes of monitoring and responding, they are probing and working on the 'gap' between individual students' existing understandings and their potential level of unassisted performance; they are working in the Zone of Proximal Development. (Leach & Scott, 2002, s. 124)

## **”Learning demand”**

Leach och Scott (1995) har introducerat begreppet ”learning demand” för att tydliggöra skillnaden mellan skolkunskapen och det vardagliga kunnandet för olika naturvetenskapliga ämnesområden. Beskrivningar av ”learning demand” bygger på forskningsresultat om elevers innehållspecifika vardagsföreställningar i naturvetenskap (Leach & Scott, 2008). Genom att identifiera elevernas ”learning demand” får läraren en bättre möjlighet att planera och genomföra en undervisning som innebär ett meningsfullt lärande för eleverna, menar de:

The purpose of identifying learning demands is to bring into sharper focus the intellectual challenges facing learners as they address a particular aspect of school science; teaching can then be designed to focus on those learning demands. (Leach & Scott, 2002, s. 126)

De tänker sig att ”learning demand” identifieras för en grupp elever som arbetar inom ett specifikt naturvetenskapligt ämnesområde. Det kan innebära att identifiera skillnader både när det gäller vilka begrepp som används, kunskapssynen som dessa begrepp bygger på och syn på omvärlden:

we identify three ways in which differences between everyday and school science perspectives might arise. These relate to differences in the conceptual tools used, differences in the epistemological underpinning of those conceptual tools, and differences in the ontology on which those conceptual tools are based. (Leach & Scott, 2002, s. 126).

Att lära sig fotosyntesen innebär alltså vissa ”learning demands” och att lära sig aspekter av växters och djurs livscyklar innebär andra.

## **Transfer – målet med undervisning**

“Transfer from school to everyday environments is the ultimate purpose of school-based learning”, menar Bransford, Brown and Cocking (2000). Enligt dem kan effektiv transfer uppnås genom en integration av specifika övningsexempel med generella principer, inte av det ena eller det andra enbart. De betonar också att det är viktigt att lärandesituationen varierar:

The context in which one learns is also important for promoting transfer. Knowledge that is taught only in a single context is less likely to support flexible transfer than knowledge that is taught in multiple contexts. (Bransford m.fl., 2000, s. 78)

Marton (2006) menar att transfer handlar om hur det någon lär sig i en situation påverkar vad denna person kan göra i en annan situation. Synen på transfer varierar mycket, men det alla synsätt har gemensamt är att transfer handlar om hur människor kan göra liknande saker i olika situationer, på grund av likheter mellan dessa situationer. Marton betonar dock att transfer inte bara handlar om likheter:

There cannot be any transfer without sameness, of course. But - and this is my point - there cannot be any transfer without difference either. One is just as fundamental as the other, and realizing this fact should considerably improve our understanding of transfer. (Marton, 2006, s. 510)

Magntorn (2007) menar i enlighet med detta att för att elever skall kunna använda kunskaperna de får i klassrummet i andra sammanhang och för att lära sig ”läsa” naturen och åstadkomma transfer av denna förmåga, krävs fältstudier och många olika exempel som illustrerar samma fenomen (Magntorn, 2007, s. 54).

Transfer när det gäller växters och djurs livscyklar, kan handla om att eleverna t.ex. skall kunna använda sina kunskaper om förökningen hos ärtväxten, för att komma fram till hur en annan fröväxt, som en solros eller en ek förökar sig. Det kan också handla om att se likheter och skillnader mellan

den sexuella förökningen hos en växt och den sexuella förökningen hos en insekt.

## Lärarens kunskap och lärande

För att förstå och diskutera lärarens utveckling och kompetens har jag främst utgått från begreppet ”Pedagogical Content Knowledge” (PCK) enligt Shulman (1987), samt ”ämnesdidaktisk kompetens” som introducerats av Zetterqvist (2003).

Termen PCK, dvs. pedagogical content knowledge, myntades 1987, då Shulman föreslog detta begrepp för den ”specialiserade kunskap att undervisa som skiljer lärare från ämnesexperter”. PCK kan definieras som den kunskap som utvecklas av lärare för att bistå andra i sitt lärande. Lärare bygger upp PCK när de undervisar ett specifikt innehåll inom sitt ämnesområde. PCK innefattar kunskap om:

- metoder för att representera ämnesinnehållet så att det blir begripligt för andra
- elevers förutsättningar att förstå inom ämnesområdet
- strategier som är fruktbara för att utmana och ”omorganisera” elevernas förståelse. (Zetterqvist, 2003, s. 32)

Shulman beskriver i Berry, Loughran och van Driel (2008) att PCK-begreppet utvecklades ur en framväxande insikt om att det inte räcker med ett gott ämneskunnande och god allmänpedagogisk kunskap för att bli en duktig lärare:

*./.../just knowing the content well was really important, just knowing general pedagogy was really important and yet when you added the two together, you didn't get the teacher. (Citat från intervju av Lee Shulman i Berry m.fl., 2008, s. 1274)*

Shulmans PCK-begrepp har utvecklats och tolkats på olika sätt, men har ändå blivit akademiskt accepterat (Berry m.fl., 2008).

Zetterqvist (2003) problematiserar i sin avhandling PCK-begreppet. Hon föreslår en svensk term, ”ämnesdidaktisk kompetens” för den kompetens som krävs för att undervisa inom ett visst område. I den ämnesdidaktiska kompetensen innefattas kunskaper om ämnesteorier, teorier om lärande och kunskap, läro- och kursplaner, aktuella ramfaktorer, läromedel, elevernas förutsättningar att lära naturvetenskap, lärarens förutsättningar att undervisa

naturvetenskap, undervisningsstrategier och utvärdering. Zetterqvist betonar betydelsen av lärarens ämnesspecifika kunnande.

### *Formativ utvärdering*

Bell och Cowie (2001) skiljer på s.k. summativ och formativ utvärdering i skolan. Summativ utvärdering görs när undervisningen är avslutad, medan innebörden i formativ utvärdering är att den skall forma undervisningen medan den pågår. Det handlar t.ex. om att ta reda på hur eleverna förstått ämnesinnehållet så att läraren kan anpassa sin undervisning efter detta. Summativ utvärdering kan få en formativ funktion om resultaten används av läraren för att förbättra undervisningen nästa gång den genomförs. Bell och Cowie (2001) påpekar att formativ utvärdering är en grundläggande del av en undervisning som syftar till att eleverna utvecklar begreppsförståelse genom att de får feedback om hur deras egna föreställningar överensstämmer med de naturvetenskapligt accepterade.

Wallin (2004), Andersson och Bach (2004) och Andersson och Wallin (2006) specificerar generella aspekter i undervisning som de genom klassrumsstudier kommit fram till gynnar lärande med förståelse. Bland dessa återfinns att läraren är välbekant med och har ett intresse för elevers alternativa idéer inom det område som undervisas, liksom att formativ utvärdering används på ett flertal sätt för att förbättra undervisning och lärande.

I en forskningsöversikt framhåller Black och Wiliam (1998a) att termen ”formativ utvärdering” inte har en allmänt definierad innebörd. I sin översikt innefattar de i termen formativ utvärdering allt som lärare och/eller elever genomför som ger information vilken kan användas som feedback med syfte att förändra undervisning och lärande. Enligt dem genomför alla lärare både medvetet och omedvetet formativ utvärdering i sina klasser och menar att formativ utvärdering handlar om en växelverkan mellan undervisning och lärande (Black & Wiliam, 1998b). Detta innebär att läraren fortlöpande tar reda på hur eleverna förstår undervisningen och anpassar den till detta. De framhåller att många studier visar att den formativa utvärderingen skulle kunna utvecklas mer och att detta skulle kunna ge påtagliga förbättringar av barnens lärande.

Med hänvisning bl.a. till Blacks och Wiliams översikt hävdar Shepard (2000) att en ny ”klassrumskultur” med lärande i centrum behövs i våra skolor, men att det ställer höga krav på lärarna. De behöver bl.a. djupa ämneskunskaper

för att ställa följdfrågor och att förutse problem med att förstå. Vidare behövs en repertoar av uppgifter för att hjälpa elever att ta nya steg (Shepard, 2000).

I en beskrivning av ett forskningsprojekt (Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 2003) som tog sin utgångspunkt i ovan nämnda forskningsöversikt, utvecklar författarna begreppet ”formative assessment”. Med ”formative assessment” avser författarna utvärdering vars primära syfte är att gynna elevers lärande, i motsats till utvärdering som görs för att gradera skolor eller för att elever skall ges ett omdöme för att söka utbildningar eller arbete. Denna ”utvärdering för lärande” (”assessment for learning”) är oftast informell, inbäddad i alla aspekter av undervisning och lärande och utförs av lärare som en del av deras undervisning:

An assessment activity can help learning if it provides information to be used as feedback by teachers, and by their students in assessing themselves and each other, to modify the teaching and learning activities in which they are engaged. Such assessment becomes *formative assessment* when the evidence is used to adapt the teaching work to meet learning needs (Black, m.fl., 2003, s. 2, kursivering av författarna).

I denna avhandling använder jag termen ”formativ utvärdering” för det som ovan nämnda författare kallar för ”formative assessment”.



### 3. *BIOLOGISKA LIVSCYKLER*

Denna avhandlings empiriska studie bygger på undervisning och lärande om biologiska livscyklar. I följande avsnitt ger jag därefter en inblick i detta ämnesområde med utgångspunkt från det som berörs i avhandlingen.

#### 3.1 Växters och djurs livscyklar i ett ekologiskt och evolutionärt perspektiv<sup>8</sup>

##### **Livets kontinuitet och diversitet**

Livet på jorden har upprätthållits över årmiljonerna. Förutsättningarna har varit, och är alltjämt, fungerande livsmiljöer för de arter som ingår, så att de livsuppehållande processerna kan tillgodoses. Kontinuiteten upprätthålls av att de levande organismerna reproducerar sig och en mängd strategier för detta har uppkommit under evolutionens gång. I vårt dagliga liv omges vi av delar av olika livscyklar. Vi ingår själva i en livscykel som hade sin början i mötet mellan den spermie och det ägg som innehöll de arvsanlag från våra respektive föräldrar som sammansmälte och utgjorde starten på våra liv. Om vi i vår tur ger upphov till en ny generation, har vi genomgått en livscykel. De torkade ärtorna och bönorna i köksskåpet är inte bara mat, utan också delar av livscyklar, liksom frukterna i fruktskålen som innehåller frön vilka kan ge upphov till nya individer. Maggotlarven som inte sätts på metkroken kan leva vidare, förpuppas och sedan utvecklas till en fluga. Efter parning med en annan fluga, kan nya larver utvecklas ur befruktade ägg och spyflugans livscykel därmed fullbordas. Hos vissa arter finns vuxna individer bara under den varma delen av året. Arten fortlever då genom t.ex. ägg eller frön. Andra, fleråriga växter och djur, överlever vinterhalvåret på olika sätt. En del djur, som igelkott och kräldjur överlever genom att kroppstemperaturen sänks. Hos många insekter inträder förpuppning, en del i livscykeln. Andra insekter kan övervintra som fullbildade, t.ex. vissa fjärilar som citronfjärilen, som då håller till på en skyddad plats. I andra delar av världen kan det handla om olika strategier för artens fortlevnad under torrperioder eller en följd av år.

---

<sup>8</sup> Detta avsnitt baseras delvis på Andersson och Nyberg (2006) respektive Nyberg (2004b)

Miljökraven kan variera under en organisms olika stadier i sin livscykel. Grodor och trollsländor lever t.ex. delar av sina liv i vattensamlingar. Fiskyngel behöver grunda bottnar för sin tillväxt. Växters sexuella förökning och fruktsättning är för många växter beroende av att det finns pollinerare under den period som blomningen pågår.

Ur ett evolutionärt perspektiv förändras arterna kontinuerligt, genom att det naturliga urvalet verkar på slumpmässiga förändringar av könscellernas arvsanlag. När det gäller arter med tidsmässigt korta livscykler, som t.ex. bakterier eller virus, kan denna förändring ske snabbt, men när det gäller arter med tidsmässigt långa livscykler, som hos människan, sker dessa förändringar mycket långsamt.

## 3.2 Ämnesområdets centrala begrepp

Ett syfte med denna studie är att undersöka hur elever i årskurs 5 resonerar om aspekter av växters och djurs livscykler. Därför gjordes inledningsvis en analys av vad som krävs för att förstå begreppet livscykel när det gäller skolans undervisning. Resultatet användes bl.a. för att utveckla elevuppgifter för förtest och eftertester. Nedan följer en beskrivning av innehållet i kursplanen för de delar som gäller biologiska livscykler, samt en analys av de begrepp som kan ingå i undervisning om växters och djurs livscykler. Viennot och Rainson (1999) liksom Millar, m.fl. (2006) betonar denna typ av analys för att kunna förstå de krav som ställs på eleverna.

### **De nationella kursplanemålen**

När det gäller “Ämnets syfte och roll i utbildningen” gäller enligt kursplanen i biologi för den svenska grundskolan följande:

Biologiämnet syftar till att beskriva och förklara naturen och levande organismer ur ett naturvetenskapligt perspektiv. Samtidigt skall utbildningen befästa upptäckandets fascination och glädje och människans förundran och nyfikenhet inför det levande. Utbildningen i biologi syftar också till att göra kunskaper och erfarenheter användbara för att främja omsorgen om och respekten för naturen och medmänniskorna (Skolverket, 2007).

Av kursplanetexten framgår alltså att undervisningen i biologi skall leda till förundran och nyfikenhet inför det levande och att kunskaper och erfarenheter skall främja respekten för naturen och medmänniskorna.

Eleverna skall vid slutet av det femte skolåret, ha uppnått följande mål med anknytning till biologiska livscyklar:

- känna igen och namnge några vanligt förekommande växter, djur och andra organismer i närmiljön samt känna till deras krav på livsmiljö,
- kunna ge exempel på livscyklar hos några växter och djur och deras olika stadier,
- kunna delta i samtal om bevarandet av naturtyper och mångfalden av arter,

(Skolverket, 2007)

## Centrala begrepp<sup>9</sup>

I biologiska sammanhang är en livscykel<sup>10</sup> den period som förflyter mellan ett embryo tillkomst till dess att den fullvuxna individen själv är orsak till att ett nytt embryo uppkommer. En livscykel är alltså det som pågår mellan början på en generation och början på nästa.<sup>11</sup> Det är denna biologiska livscykel som avses i avhandlingen.

Alla arter förökar sig på något sätt. Livscykeln för en viss organism är fullbordad när den reproducerar sig, inte när den dör. Detta pågår från generation till generation och är alltså förutsättningen för den artens fortsatta existens. Olika arter har, som tidigare nämnts, olika strategier för att överleva köld- och torkperioder.

Begreppet ”livscykel” innehåller många olika delar och avgränsningen mot andra begrepp är på intet sätt självklar. För en person är troligen innebörden i ”livscykel” inte statisk, utan förändras och fördjupas beroende på det sammanhang som begreppet används i och med en ökad kunskap om de delar som kan ingå.

### *Begreppet ”levande”*

En levande organism består av en eller flera celler. Den tillväxer, förökar sig och har en metabolism, dvs. omsätter materia och energi. Dagens levande organismer kommer från andra levande organismer. Den process som ger en

---

<sup>9</sup> Bygger på innehåll i Andersson och Nyberg (2006) som delvis baseras på Driver, Squires, Rushworth och Wood-Robinson (1994b)

<sup>10</sup> Begreppet ”livscykel” används även inom miljöområdet för att beskriva en varas ursprung, användning och återanvändning, återvinning, deponering av eller utsläpp i recipient.

<sup>11</sup> Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), 1992, s. 135.

ny levande organism kallas reproduktion<sup>12</sup> eller förökning. Avkomman är av samma art som föräldraorganismen. Alla arter kan reproducera sig, vilket är en förutsättning för deras fortlevnad.

Arvsanlag (gener) finns i celler hos alla levande organismer. Genetisk variation som är grunden för evolutionär utveckling uppkommer när individer förökar sig.

### *Sexuell och asexuell reproduktion*

Det finns två sätt att föröka sig på – sexuellt och asexuellt. Vissa arter förökar sig enbart asexuellt, andra bara sexuellt, medan andra använder sig av båda sätten under olika stadier av sin livscykel eller under olika betingelser. Växter förökar sig sexuellt, asexuellt eller på båda sätten. Djur förökar sig oftast sexuellt. Hos encelliga växter och djur förekommer både sexuell och asexuell reproduktion. Vissa har livscykler där båda typerna av reproduktion ingår.

### *Sexuell reproduktion*

Sexuell reproduktion innebär befruktning, dvs. att två speciella och olika könsceller (gameter) – en hanlig och en honlig – förenas. Den nya cellen som bildas (zygoten), är början på den nya individen och utvecklas efter celledelning till ett embryo. Befruktningen är det som länkar en livscykel till nästa när det gäller sexuell reproduktion. Då sammansmälter spermier från mannen/hanan med äggcellen hos kvinnan/honan. I hancellerna och i honcellerna finns anlagen till de nya individernas alla egenskaper. I och med befruktningen startar den embryonala utvecklingen. Parning och pollinering är två sätt som leder till att djurs respektive växters könsceller förenas.

Den hanliga respektive honliga könscellen kan komma från två olika individer (djur eller korspollinerande växt) eller från samma individ (självpollinerande växt, eller hermafrodit<sup>13</sup>). Avkomman kan spridas långt ifrån föräldragenerationen.

I sexuell reproduktion innehåller den honliga och den hanliga könscellen gener från respektive förälder. När dessa förenas vid befruktning får den nya individen en komplett uppsättning gener, men denna är annorlunda än den hos

---

<sup>12</sup> Reproducera = ”Föra vidare” är den mest korrekta biologiska benämningen. Trots detta använder jag fortsättningsvis oftast ”föröka” eftersom jag bedömer att det i klassrum med 11-åringar är den lämpligaste termen.

<sup>13</sup> Tvåkönat djur, som t.ex. daggmask.

respektive förälder. Genom att varje könscell har en unik uppsättning gener, blir också avkommorna sinsemellan olika varandra.

### ***Asexuell reproduktion***

Asexuell reproduktion innebär att ingen befruktning sker. Exempelvis kan någon del av föräldraorganismen växa och bli till avkomma. Bland högre växter kallas detta för vegetativ förökning, t.ex. hos jordgubbar där delar av en reva blir en ny planta. Avkomman vid asexuell förökning blir därför ofta kvar i närheten av föräldragenerationen.

Asexuell förökning sker också hos t.ex. maskrosor och dagglåpor där fröna i blomkorgen bildas utan föregående befruktning, s.k. apomixi, liksom hos vissa insekter, t.ex. bladlöss, som kan föröka sig på könlös väg genom s.k. jungfrufödelse (partenogenes). Encelliga djur, som flagellater och amöbadjur kan reproducera sig asexuellt genom t.ex. delning eller avknoppning.

I asexuell reproduktion får varje avkomma identisk genuppsättning, som i princip<sup>14</sup> är samma genuppsättning som föräldragenerationen har.

## **Sammanfattning**

Centrala ämnesspecifika aspekter för att lära sig och förstå växters och djurs livscyklar bör alltså vara:

1. Vad som räknas som levande.
2. Innebörden i reproduktion.
3. Skillnad på sexuell respektive asexuell reproduktion.
4. Befruktningsbegreppet (gäller bara sexuell reproduktion).
5. Växters livscyklar.
6. Djurs livscyklar.

---

<sup>14</sup> Mutationer och överkorsningar kan däremot inträffa som då gör att genuppsättningarna inte blir helt identiska. Variation i genuppsättning uppkommer alltså med tiden också när det gäller asexuell förökning.

### 3.3 Exempel på växters och djurs livscyklar<sup>15</sup>

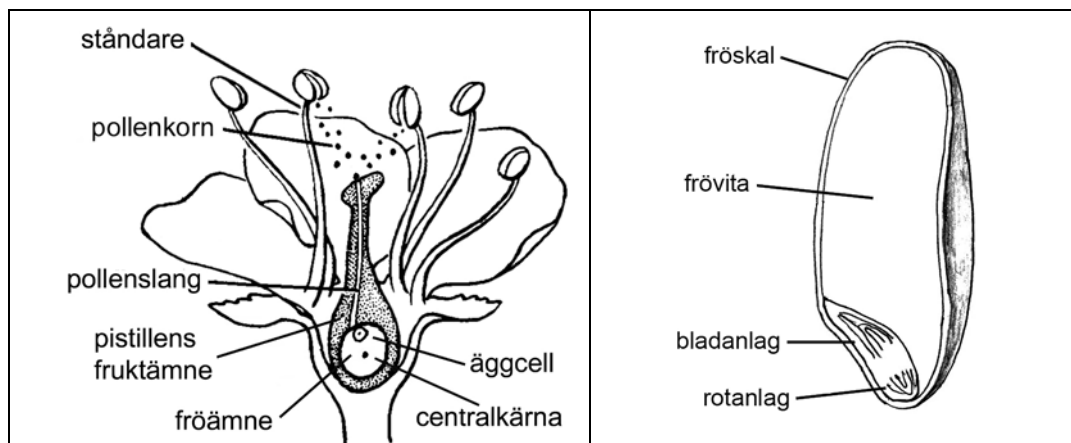
Här beskrivs delar av djurs och växters reproduktion och livscyklar som har betydelse för avhandlingens analyser, resultatbeskrivningar och diskussion.

#### Djurs livscyklar

Utvecklingen av den nya individen påbörjas efter befruktning, dvs. när en spermie sammansmält med ett ägg. Hos en del organismgrupper, t.ex. hos däggdjur, kräddjur och fåglar, ändras ungarnas utseende gradvis tills de blir fullvuxna. Hos en del andra djur, som hos många insekter, t.ex. skalbaggar eller fjärilar, ändras utseendet helt medan de tillväxer. Efter ett larvstadium blir de puppor och först därefter fullvuxna insekter. Livsmiljöerna för de olika stadierna skiljer sig ofta åt. Denna typ av utveckling hos insekter kallas fullständig förvandling (metamorfos). Ofullständig förvandling finns också hos vissa insektsgrupper, med gradvis förändring från larv till vuxen.

#### Växters livscyklar

När det gäller växternas sexuella förökning uppstår en ny individ när en hancell/spermiecell förenar sig med en honcell/äggcell.



Figur 3.1. En blomma samt ett frö i genomsnitt

I en blomma är det ståndare som producerar pollen (se fig. 3.1). När pollen kommer i kontakt med pistillens överdel (märket) börjar en

<sup>15</sup> Detta avsnitt är modifierat efter Andersson och Nyberg (2006) och delvis baserat på Friberg och Norgren (1946). Figurer ur Andersson och Nyberg (2006) och Friberg och Norgren (1946).

pollenslang växa ner till fröämnet. Genom pollenslangen vandrar två spermieceller från pollenkornet ned till fröämnet. En av dessa sammansmälter här med en äggcell varvid befruktning sker. Den andra spermien sammansmälter med en s.k. centralcell vilket leder till att frövita utbildas. Som ett resultat av befruktningen utvecklas ett embryo till en ny växt. Varje befruktning ger ett frö. Efterhand utvecklas också ett fröskal som omsluter embryo och frövita. Efter befruktningen tillväxer fruktämnet runt fröet och bildar en frukt. Frukt och frön sprids med hjälp av vind, människor, djur och vatten. Avkomman kan därför slå rot och börja växa långt ifrån sina ”föräldrar”.

Ibland är det lätt att skilja på frukt och frö. Exempelvis är ett äpple en frukt, medan äpplekärnorna är fröna. I andra fall kan det vara svårare. Lönnfröet t.ex. finns i den s.k. lönnäsan som alltså är lönnens frukt.

### *Olika former av pollinering*

Pollinering som är en del av den sexuella förökningen, innebär att pollen – med hjälp av insekter, vinden m.m. – fastnar på pistillens märke. Pollen transporteras oftast av vinden eller av insekter, hos en del vattenväxter av vattnet. Exempel på insektpollinerade arter är blåbär, lingon, rönn, fruktträd av olika slag, bärbuskar etc. Vindpollinerade arter är t.ex. de flesta barrträd, ek, hängeväxter som björk och hassel och sälg, liksom gräs och halvgräs.

Vid korsbefruktning eller korspollinering måste pollen från en blomma på en planta komma till pistillen i en blomma på en annan planta, för att befruktning skall ske. I pistillens märke finns ofta ämnen som hindrar främmande pollenkorn från att ”gro” varför det i allmänhet krävs att blomman pollineras med pollen från samma art, för att en pollenslang skall växa till och en befruktning ske.

Det förekommer också s.k. självpollinering som innebär att pollen överförs antingen mellan ståndare och pistill i samma blomma eller mellan två blommor på samma planta. Ofta finns olika former av hinder mot att självpollinering sker, eftersom det innebär risk för inavelseffekter. Hos t.ex. en individ av flitiga Lisa utvecklas ståndarna och lämnar sitt pollen innan pistillernas märken på den egna plantan är mottagliga. Hos groblad är ordningen den omvända. Självpollinering förekommer dock ofta hos odlade arter som ärtor och bönor, men också hos vete, korn och havre. Hos ärtor t.ex. är självpollinering mer regel än undantag.

Vissa växter har s.k. samkönade blommor, dvs. ståndare och pistiller på samma blomma. Andra har enkönade blommor, dvs. hanblommor respektive honblommor. En hanblomma har alltså bara ståndare, medan en honblomma bara har pistiller. När det gäller träd finns en hel mängd olika varianter på detta. Vissa träd som rönn och lind har enbart samkönade blommor, andra som sälg har istället han- eller honblommor. Hos vissa arter förekommer både samkönade respektive enkönade blommor som hos lönn och ask.

Äppleträd av samma sort kan inte pollinera varandra, utan det krävs en annan sort för att befruktning skall ske. Detta beror på att äppleträd av samma sort uppkommit genom vegetativ förökning, de har alltså identisk genuppsättning. Fruktköttet (äpplet) utvecklas ur honorganet och får alltså de egenskaper som ”moderplantan” har.

### *Asexuell fortplantning hos våra svenska fröväxter*

Alla våra svenska fröväxter har könlig/sexuell förökning, dvs. förökar sig med frön. Flera av dessa kan dock också föröka sig vegetativt/könlöst. Ett exempel är jordgubbsplantans ovanjordiska utlöpare, som i sin ände får en ny planta. De unga plantorna får till en början näring från moderväxten, men blir självständiga när de slagit rot och revorna vissnat. Även kirskål kan föröka sig med utlöpare, liksom kvickrot och hästhov som har underjordiska utlöpare. Vitsippa har en underjordisk jordstam som övervintrar, men den förökar sig också med frön. När man tar s.k. sticklingar av krukväxter handlar det också om könlös förökning, liksom när sättpotatisen växer upp till en ny potatisplanta. Vissa växter kan också helt enkelt föröka sig genom avslitna delar. Åkertistlar och flera av våra trädgårdsväxter, som rosor, kan, förutom att föröka sig sexuellt också föröka sig vegetativt genom rotskott – skott som alltså växer upp från rötterna. Dessa skott blir sedan självständiga plantor. En gren av en krusbärsbuske eller vinbärsbuske kan slå rot och växa upp till en ny buske om den böjs ned och höljs med jord.

### *Träd förökar sig oftast sexuellt*

Ek, björk, hästkastanj, alm, ask, lind, rönn och de flesta andra träd förökar sig sexuellt, alltså med frön. Stubbskott som ofta växer upp efter det att träd sågats ned kan ibland ge upphov till mindre exemplar, men inga fullvuxna träd. Det finns ett fåtal av våra inhemska träd som utöver en sexuell förökning också kan föröka sig vegetativt, dvs. med rötter eller rotskott, bl.a. asp och



körsbärsträd. Omkring äldre aspar eller vissa av våra körsbärsträd kan man ibland se hela små dungar av träd som uppstått på detta sätt.

### *Förökning hos ärta och blåbär*

Hos trädgårdsärten består kronan av fem blad. De två nedersta kronbladen är sammanvuxna och bildar en 'båt' eller 'köl'. Inuti denna ligger en pistill och tio ståndare. Nio av dessa har vuxit ihop till en ränna, över vilken den tionde ligger som ett lock. I rännan är pistillens fruktämne inneslutet. Stiftet skjuter upp ur rännan och bär i sin spets ett märke (Se fig. 3.2.). När ståndarknapparna spricker sönder, faller ståndarmjölet ut. Fastnar något av detta på märket, börjar fruktämnet så småningom växa ut till en frukt. Ståndarmjölet eller pollenkornen kan också överföras från en blomma till en annan genom insekter. Efter befruktning växer fruktämnet ut till en frukt, som hos ärtväxten kallas balja. Av fröämnena bildas frön, ärtor.



Figur 3.2. Ståndare och pistill hos ärtblomma.

Blåbär är en av våra vanligaste skogsväxter. Blåbärsrisets lövsprickning sker tidigt på våren, april-maj. Blomningen sker i maj-juni, blommorna pollineras av insekter, främst bin och humlor. Blåbärsriset tappar sina blad sent på hösten. Riset växer med underjordiska utlöpare och kan bli mycket gammalt. Det tar lång tid för varje buske att växa ut. Man kan räkna årsskotten om man tittar noggrant. Blåbär förökar sig främst vegetativt med rhizom (jordstammar) nere i marken. Från rhizomen skjuter den ovanjordiska skott, det vi ser som blåbärsris. Förökning kan också ske med frön.

## 3.4 Hur undervisas livscyklar?

Hur kursplanemålen i allmänhet uppfattas av svenska lärare i skolor 1-5 och vilken undervisning de leder till, har jag inte funnit några undersökningar om, men de fortbildningsprojekt jag varit inblandad i gav indikationer om att det är ganska ovanligt att man i dessa årskurser utgår ifrån levande växter och djur i klassrummet, bortsett från akvarier, som troligen är mer allmänt

förekommande. Däremot tycks det vara mer vanligt med studier utomhus. Dessa handlar dock inte specifikt om växters och djurs livscyklar, utan går mer allmänt ut på att vara ute i naturen och titta på växter och djur i deras livsmiljöer. Inomhus tycks man ofta arbeta utifrån böcker, bilder och filmer. Att så fröer är nog dock ganska vanligt, men då inte med specifikt syfte att följa livscyklar.

De pilotstudier som föregick föreliggande studie tydde på att elevers kunskaper om växters och djurs livscyklar i skolår 1-5 var begränsade. De flesta elever kände dock till den fullständiga förvandlingen hos fjärilar, men däremot inte hos flugor. Huruvida de kände till att fjärilar parar sig och att fjärilshonan lägger ägg som ett resultat av detta framgick dock inte. Att det är vanligt att svenska elever i årskurs 5 känner till fjärilens utveckling från ägg till vuxen fjäril tyder också en mindre undersökning på som genomfördes med 72 elever (West, 2004). 80 % av dessa elever svarade korrekt på en uppgift där de skulle placera bilder på fjärilens livscyklar i rätt ordning. Detta tyder på att fjärilens fullständiga förvandling ingått i undervisningen.

## 4. FORSKNINGSOVERSIKT

I detta kapitel redovisar jag forskningsresultat inom de olika kunskapsområden som avhandlingen berör, dvs. forskningsresultat om elevers kunnande om växters och djurs livscyklar och en lärares kompetens och undervisning.

### 4.1. Elevers kunnande om växters och djurs livscyklar

Det finns mycket som tyder på att en "intuitiv biologi" utvecklas hos ett barn mellan 4 till 10 år (Carey, 1985). Hon menar att vi vet ganska mycket om vad detta innebär, såsom barns uppfattning om levande, växter, djur och människokroppen. Det finns däremot få studier om barns uppfattningar om växters och djurs livscyklar (Duit, 2007). Sökning i databasen STCSE<sup>16</sup> (Duit, 2007) ger bara en träff för "life cycles" (Shepardson, 1997). Däremot finns det studier som berör de företeelser som ingår i begreppet "livscyklar" såsom vad som är levande och växters och djurs förökning.

#### **Levande – icke levande**

Enligt Piaget (1947) begränsas ofta begreppet "levande" till rörelse, särskilt bland mindre barn. Detta påpekar också Shepardson (1997) som studerade hur barn lärde sig om insekters livscyklar och observerade att elever inte förstod puppstadiet eftersom elevernas kriterium för liv var rörelse.

Det är vanligt att barn upp till 15 år inte benämner växter som levande (t.ex. Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994b; Andersson, 1989; Leach, 1995; Wood-Robinson, 1991). Också barn som anger att tillväxt är ett kriterium för liv och som vet att växter växer, kan förneka att växter är levande. Barn som inte kallar frön, ägg och puppor som levande, kan ofta ändå tänka sig att dessa kan utvecklas till levande skott, kycklingar och

---

<sup>16</sup> Databasen STCSE – Students' and Teachers' Conceptions and Science Education dokumenterar forskning om undervisning och lärande med särskild betoning på studier som utgår från konstruktivistiska teorier. Databasen innehåller f.n. ca 7700 referenser.

fjärilar (Driver m.fl., 1994b). Leach, Driver, Scott och Wood-Robinson (1992) drar slutsatsen att detta kan bero på den mening barnen lägger i ordet "levande" (alive). Enligt Carey (1985) kan ett barn anse att en leksaksnalle är levande, men samtidigt vara väl medveten om att den varken har blod eller skelett. Carey (1985) menar att barn lika lite som vuxna, har några enkla definitioner på liv, och att den växande insikten om vad som är levande beror på att barnets biologiska kunnande utvecklas. Hon skriver:

One cannot simply assume that the word "alive" is a direct pipeline to children's concept of life. Even if children have a concept of life, "alive" may have some other meaning for them. (Carey, 1985, s. 18)

Leach m.fl. (1992) kom fram till att barn i åldern 4-6 år är obekanta med orden "living" och "alive" och att växter inte betraktas som "living". Under det att barnet växer ändras detta, trots att många fortsätter att benämna solen och elden som levande. I en senare studie visar Leach (1995) att alla elever betecknade djur eller växter som levande. Han poängterar dock att detta resultat inte är tillräckligt för att dra slutsatsen att de ser på "levande" på ett naturvetenskapligt sätt. Hickling och Gelman (1995) påpekar att ett flertal studier visat att yngre barn inte klassificerar växter som levande, medan äldre barn oftast gör det. Detta behöver dock inte innebära, menar de, att växter inte uppfattas som levande organismer, utan att det kanske snarare har att göra med vad barnen lägger i ordet "levande". När det gäller frön fick tjugofem 11-åringar i en intervjuundersökning bl.a. svara på om de frön de fick titta och känna på var levande (Jewell, 2002). 75 % av eleverna ansåg att de var levande och några ansåg att de skulle bli levande om de såddes. I en mindre studie visade Bell (1981) att barnen inte ansåg att frön är växter förrän de börjar växa.

Driver m.fl. (1994b) rapporterar att äldre elever som fått undervisning om de sju kriterierna för liv<sup>17</sup> kan ofta tala om vilka de är, men inte tillämpa dem. Ett exempel är ordet "reproduktion", som många barn likställer med däggdjurs parning.

---

<sup>17</sup> Dessa är enligt Driver (1994b, s. 19) "Movement, Respiration, Sensitivity, Growth, Reproduction, Excretion, Nutrition" dvs. rörelse, respiration, sinnesförmåelse, tillväxt, reproduktion, utsöndring och näringsbehov.

## Förökning och biologiska livscyklar

I ett forskningsbaserat undervisningsmaterial för lärare (Driver, m.fl., 1994b) finns en sammanställning av dåvarande forskningsresultat om barns uppfattningar om organismers reproduktion. De framför bl.a. att:

- Förökning” likställs ofta med däggdjus kopulering.
- Ordet ”förökning” relateras till sexuell förökning och inbegriper parning.
- Även om barnen känner till ”befruktning”, är det inte många som vet att befruktning är kriteriet för sexuell förökning.
- Många barn tror inte att sexuell förökning äger rum hos organismer som inte har distinkta han- och honindivider (t.ex. dagmaskar). De tror därför att förökningen är asexuell hos dessa organismer.
- De flesta barn tror inte att växter kan reproducera sig sexuellt. Många tror att alla växters reproduktion är asexuell (vegetativ). Det finns också de som inte ser fröproduktion som förökning (Några tror att asexuell förökning bara förekommer hos mikroorganismer.)
- Många barn tror att en ”minibebis” finns inuti en spermie eller ett ägg och att den andra gameten utlöser utvecklingen av den.
- Många barn tror inte att ärftlighet och förökning har med varandra att göra.
- Många barn tror inte att sexuell förökning är orsak till variation i en population. (Driver m.fl., 1994b)

### *Insekters livscyklar*

Tamir, Gal-Chappin och Nussnovitz (1981) har visat att de flesta barn tänker sig att en puppa är död, även om de vet att den så småningom kläcks till en fjäril. Shepardson (1997) gjorde en studie rörande undervisning om insekters livscyklar i en klass med yngre barn. Barnens förståelse av skalbaggars och fjärilars metamorfos undersöktes genom intervjuer, analyser av dagboksanteckningar och genom samtal som förekom medan undervisning pågick. Även i denna studie märktes att flera barn benämnde puppan som död (Shepardson, 1997). Han kom också fram till att flera känner till insekternas tre stadier (larv-puppa-insekt), men inte att larverna kommer från befruktade ägg, eller att vuxna insekter lägger ägg. Studien bygger på 24 elevers skrivböcker och intervjuer med 8 elever. I en senare studie med 120 elever från förskola till femte klass, undersökte Shepardson (2002) barnens idéer om insekter. Beträffande insekters livscyklar kom han fram till att genom att observera tillväxt och utveckling av olika insekter över tid kan barnen förstå

de olika formerna av metamorfos, reflektera över den ekologiska betydelsen av metamorfos bland insekter och relatera de olika stadierna till insekters tillväxt och utveckling. Barn kan då få en uppfattning om att larver är insekter, såväl som att dagmaskar inte är det. En slutsats var att det alltså inte räcker att studera en sorts insekter för att barnen skall kunna tillämpa dessa kunskaper på andra insekter (Shepardson, 2002).

### *Fröväxters livscyklar*

Några undersökningar visar att sambandet mellan blomma och frukt kan vara oklart för elever, liksom att barn tänker sig att växten blommar för oss människor eller andra djur som bin, snarare än för att reproducera sig (Helldén 1992, 2000; Tytler, Peterson & Radford, 2004).

Tytler, Peterson och Radford (2004) redovisar en studie av Symington och White där en grupp sjuåringar (n=83) och en grupp tolvåringar (n=115) fick frågan: ”Varför har växter blommor?” Enligt denna undersökning tänkte sig barnen att växter blommar för oss människor eller för andra djur som bin, snarare än för sin egen förökning. Bara några av barnen svarade: ”för att bilda frukt”. I en internationell studie (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA (1997) svarade ca 40 % av barnen i de lägre åldrarna (ca 9 år gamla) att fröna på en växt bildas vid en blomma.

Tunnicliffe och Reiss (2000) fann i en studie med 36 barn i åldrarna 5 till 14 år att många barn som fick kategorisera olika växter i huvudsak gjorde det mot bakgrund av växternas iögonfallande anatomiska strukturer. Författarna anser att elever med lite hjälp skulle kunna studera växter mer noggrant och med större precision och då bättre förstå de miljömässiga anpassningarna bakom växternas strukturer. I Tytler m.fl. (2004) beskrivs en studie av Biddulph av barn 7-11 år, där man fann att inte ett enda barn av 80 verkade veta att växtens frukt har en fröspridande funktion. Helldén (1992, 2000) har också visat att många barn inte ser fruktbildningen som en del i förökningen.

Driver m.fl. (1994b) hävdar att de flesta barn inte tror att växter kan föröka sig sexuellt och att en del inte betraktar frösättning som förökning. De menar att utmaningen handlar om att få barnen att inse att skillnaden mellan de två sätten att föröka sig (sexuellt och asexuellt) ligger i befruktningsbegreppet och att detta har betydelse för förståelsen för hur genetisk variation uppstår mellan individer. När det gäller att skilja på de olika sätten att föröka sig handlar det om att eleverna skall förstå att det antingen handlar om att celler

förenas eller att celler inte förenas. Om eleverna får exempel på en mängd olika typer av förökningsmekanismer, skulle de kunna inse att dessa är olika strategier för att bibehålla kontinuiteten, men med möjlighet antingen till oförändrad genuppsättning (den asexuella) eller med genetisk variation (den sexuella) (Driver m.fl., 1994b, s. 85).

Pollinering och fröspridning, liksom pollen och nektar är termer och begrepp som ofta blandas ihop (Helldén, 1992, 1998). Vikström (2005) har funnit att elever också har svårt att särskilja pollinering och befruktning. Resultat från 1998 års nationella utvärdering av kursplanemål i Storbritannien visade att av de tre stadierna i en växts livscykel (fruktsättning, fröspridning och groning) kunde bara 1/4 av alla 11-åringar identifiera dem på ett korrekt sätt (Jewell, 2002). Många av barnen insåg inte heller att alla blommande växter bär frukt och barnen verkade också associera groning mer med lövsprickning än med skott- och rotbildning.

### **”Plant blindness”**

Vi människor är för vår överlevnad beroende av växter. Det är därför avgörande att dessa har en fungerande livsmiljö. Att både vi och växterna påverkas av t.ex. ozonlagrets uttunning, tycks det dock inte vara många som tänker sig. Detta indikeras av svar som elever gav i den nationella utvärdering som genomfördes i Sverige 1998 inom Tema Tillståndet i Världen (Andersson, Kärrqvist, Löfstedt, Oscarsson & Wallin, 1999a). Ett resultat från denna utvärdering var att mycket få elever (4 %) i skolår 5, svarade att andra organismer än människan påverkas om ozonlagret tunnas ut. Det verkar inte heller självklart för alla, inte ens för 16 år gamla och äldre elever, att människor skulle påverkas om alla växter utrotades på jorden:

Det är synd när arter dör, de skall ju också leva, om inte kanske det till slut bara finns människor kvar. (Flicka, 16 år)

Naturligtvis är det ett problem. Vi förstör vår egen värld. Döende/utdöende djur och växter är beviset på det, människan klarar sig alltid. (Flicka, 16 år)

(Andersson, Kärrqvist, Löfstedt, Oscarsson & Wallin, 1999b).

Detta kan betyda att inte alla elever vet att vi är beroende av att det finns växter. Kan det vara så att vi numera lever så långt ifrån vår naturliga omvärld att vi bara inte tänker på varifrån maten kommer? Är det kanske en effekt av ”Plant Blindness”, en term som myntats av Wandersee och Schussler (2001) och som de definierar som ”the inability to see or notice the plants in one’s

own environment” (Wandersee & Schussler, 2001, s. 3)? Några effekter av ”Plant Blindness”, skulle vara, anser de, att inte förstå växternas betydelse i biosfären och för människan, och tro att växter har mindre betydelse än djuren, och att vi därför inte behöver bry oss om dem. Wandersee och Schussler (2001) rapporterar om en egen tidigare studie som visade att bara 7% av nästan 300 elever i skolåren 4-7, spontant uttryckte ett intresse av att studera växter i skolans undervisning i naturvetenskap. Av dessa var ca 2/3 flickor. Författarna refererar också resultatet från två nationella studier de tidigare genomfört, som bl.a. visade att om barnen i tidig ålder fått erfarenhet av att odla växter med hjälp av en kunnig och vänlig vuxen, gynnade detta både uppmärksamhet på, intresse för och naturvetenskaplig förståelse av växter (Wandersee & Schussler, 2001). Liknande resultat gav en studie av Baird, Lazarowitz och Allman (1984). Av nästan 2000 elever, valde ca 25 % av flickorna och 11 % av pojkarna att studera växter, när de skulle välja bland olika ämnesområden i naturvetenskap. Denna undersökning antydde också att barnens hemmiljö har betydelse för hur intresserade barnen är av växter.

Att barn inte tycker att det är lika intressant att studera växter som djur tyder ett antal undersökningar på (Sanders, 2007; Kinchin, 1999). Det viktigaste skälet tycks vara att djuren rör sig: ”plants grow while animals behave” (Kinchin, 1999, s. 99). Kanske är det detta ointresse som är en orsak till att många har en begränsad uppfattning om vad en växt är. Sanders (2004) refererar undersökningar som visade att barn i 10-årsåldern inte tyckte att morötter, kålhuvuden, gräs och maskrosor var växter och inte heller att en ek var det.

Parallellt med uppenbara utbildningsmässiga utmaningar finns det sociala och miljömässiga skäl till att öka uppmärksamheten på växter, hävdar Sanders (2007). Hon slår fast att trots en snabb minskning av den biologiska mångfalden och en allt större kunskap om växternas betydelse för livet på jorden, är det fortfarande inte många studier som behandlar barns kunskaper om växter, förutom när det gäller fotosyntesen.

### **Levande organismer för känsla och lärande**

Som framförs i avsnitt 1.4 hävdar bl.a. Wickman (2006) att uttryck för estetik och känsla i stor utsträckning förekommer i samband med naturvetenskaplig undervisning. Detta bekräftas av Jakobson (2008), som genomfört studier av elevers lärande i naturvetenskap i grundskolans tidigare år.



Tomkins och Tunnicliffe (2007) lät i en undersökning 92 barn i åldrarna 5-6 och 9-10 år välja ut några naturföremål bland flera och förklara varför de valde just dessa. Resultatet blev att de föremål som mest associerades till levande valdes i störst utsträckning. Eleverna uttryckte sig starkt känslomässigt om de levande smådjuren (hinnkräfta/vattenloppa, mjölbaggas och mjölbaggelarver), om snäckskal, en stor fågelfjäder och ett ammonitfossil. När barnen tillfrågades om varför de valt sina objekt, var det tydligt att det antingen handlade om en estetisk eller en allmän positiv känsla för objektet. Färg, form, känslor och tyngd visade sig vara sinnesupplevelser som var viktiga för att generera intresse, liksom om det var något de inte tidigare sett. Tomkins och Tunnicliffe (2007) anser att detta visar hur viktigt det är att undervisa med tanke på att barn attraheras av det som är levande och att barnens noggranna observationer av naturföremålen är grundläggande för en utveckling av deras naturvetenskapliga förståelse och tänkesätt.

En annan undersökning med 12-åriga elever antyder att studier av levande organismer kan stimulera till betydande lärande och reflektion (Tomkins och Tunnicliffe, 2001). Eleverna fick självständigt och tillsammans med andra elever under en tvåveckorsperiod observera flaskakvarier med artemier (ett litet saltvattenlevande kräftdjur) och skriva dagbok om detta. Författarnas slutsats var att elevernas detaljerade observationer av dessa smådjur successivt blev alltmer sofistikerade och att dagboksskrivandet utvecklades betydligt. Undersökningen visade också att elevernas frågeställningar och förutsägelser ökade både kvantitativt och kvalitativt.

Studier i Storbritannien tyder på att användningen av levande växter i klassrumsundervisningen och undervisning i naturmiljön har minskat på senare år (Sanders, 2007; Kinchin, 1999; Tomkins & Tunnicliffe, 2007). Orsakerna anses vara att lärare inte längre är lika vana vid och heller inte har samma kunskaper som tidigare i att använda levande växter i undervisningen. I svensk studie påtalar Magntorn och Helldén (2006) att lärare behöver träning för att våga bedriva fältstudier. Att studera och utgå från levande växter och djur i skolans biologi- och ekologiundervisning tycks alltså inte vara en självklarhet för alla lärare, lika lite som det är en självklarhet att utnyttja utemiljön. Det ställer särskilda krav på planering, liksom en viss vana och kunskap, för att man skall våga och vilja låta de levande organismerna delvis styra undervisningen. Ändå vet antagligen många hur levande växter och djur kan engagera och det ligger nära till hands att tänka sig att levande

växter och djur i undervisningen också kan påverka lärandet på ett positivt sätt.

Gallas (1995) som under flera års tid spelade in diskussioner i klassrum från årskurs 1-5 och haft återkommande samtal med flera lärare, ger exempel på hur hon genom att utrusta sitt klassrum med material från vår naturliga omvärld, både levande och döda ting, stimulerade elevernas nyfikenhet och fick en utgångspunkt i sina naturvetenskapliga samtal med eleverna.

Magntorn (2007) lyfter fram affektiva komponenter som viktiga när det gäller undervisning i naturmiljön. Han har genomfört studier som visar att uppskattning och fascination är en av flera viktiga aspekter när det gäller att lära sig ekologi. Helldén (2000) har med longitudinella studier visat att elevers kunskaper inom ekologi många gånger har en förankring i upplevelser sedan lång tid tillbaka och att eleverna ofta kan redogöra för när de insåg, eller lärde sig något. Nundy (1999) visade i en studie positiva, både kognitiva och affektiva effekter av undervisning ”i fält” jämfört med undervisning i klassrum.

En forskningsöversikt (Rickinson, Dillon, Teamey, Morris, Choi, Sanders & Benefield, 2004) över lärande utanför klassrummet, visar att om fältstudier genomförs på ett välplanerat sätt och följs upp, så ger detta eleverna ofta möjlighet att utveckla kunskaper och färdigheter som berikar deras lärande i klassrummet. Särskilt visar forskningsöversikten att fältstudier kan påverka elevernas långsiktiga lärande på ett positivt sätt och att de också berikar eleverna både individuellt och socialt. Översikten visar också att fältstudierna kan göra att det affektiva och det kognitiva lärandet förstärker varandra och att detta kan leda till ett utvidgat lärande. En senare forskningsöversikt redovisar liknande slutsatser (Malone, 2008). Svennbeck (2003) drar slutsatsen från undersökningar av Cobern, m.fl., att estetiska erfarenheter i naturen tycks ha betydelse för elevers intresse och motivation.

## 4.2 Undervisning och lärande

Kunskapsbasen är numera omfattande när det gäller lärande om naturvetenskapliga begrepp menar Scott, Asoko och Leach (2007) i en forskningsöversikt. Den baseras både på teoriaspekter och omfattande empiriska studier och innehåller kunskaper om elevers föreställningar inom en rad områden och att lärande inbegriper både ett personligt menings-

skapande och att engagera sig i klassrummets sociala miljö. Däremot finns det mindre kunskap om hur undervisning skall gå till för att hjälpa elever tillägna sig det naturvetenskapliga sättet att se på olika företeelser. Utmaningen är att överbrygga gapet mellan våra insikter om lärande och sätt att undervisa (Scott, m.fl., 2007).

Leach och Scott (2003) hävdar att lärarens roll ofta förbises när det gäller forskning om undervisningssekvenser och den utvärdering som görs av dem. Eftersom läraren i många av de studier som rapporteras i hög grad varit inblandad i att utveckla och genomföra undervisningen är det möjligt, menar de, att förbättringar av elevernas lärande lika mycket beror på lärarens förståelse av undervisning och lärande och hantering av samtalen i klassrummet, som på de aktiviteter som ingår i undervisningen. Greeno (2006) framför att det är nödvändigt, även om det är svårt, att försöka analysera hela "aktivitetssystem", som inbegriper det komplexa sociala systemet av både elever, lärares undervisningsmaterial och den fysiska omgivningen, för att inte riskera att komma fram till slutsatser som vi tror bara handlar om individen, men som i själva verket beror på hela aktivitetssystemet (Greeno, 2006, s. 83).

Det är alltså viktigt att både utvärdera vad eleverna lär sig i förhållande till de mål som satts upp och att samla in data för att kunna relatera detta till hur undervisningen genomfördes (Leach & Scott, 2002). Detta har betydelse, menar de, för i vilken mån undervisningen kan upprepas av en annan lärare och ge liknande resultat.

## **Lärares kompetens att undervisa ett naturvetenskapligt innehåll**

I en forskningsöversikt över kompetensen hos lärare som undervisar i naturvetenskap betonar Abell (2007), att trots att vi har bra kunskap om den typ av kunnande lärare använder sig av i sin naturvetenskapliga undervisning, vet vi fortfarande lite om hur detta kunnande påverkar eleverna. Hon fortsätter:

Answering this question will require more work in classroom settings of all kinds (see Fernández-Balboa & Stiehl, 1995; Keys & Bryan, 2001) and more complex research designs. The ultimate goal for science teacher knowledge research must be not only to understand teacher knowledge, but also to improve practice, thereby improving student learning. (Abell, 2007, s. 1134)

Även Hewson (2007) hävdar, att lärares professionella utveckling måste kopplas till vad eleverna lär sig:

For these reasons it is necessary to expand the domain of professional development from a tidy, focused, coherent perspective on professional development activities and participants to include the complex, intertwined connection to student learning. (Hewson, 2007, s. 1181)

Abell (2008) framför att trots att forskning bidragit med mycket värdefullt för att öka vår förståelse av lärares lärande, har vi fortfarande inte svaret på två betydelsefulla frågor:

The first question is: 'What is the relation of PCK (in terms of quality and quantity) to teacher practice?' The corollary question is: 'What is the relation of PCK to student learning?' The answers to these questions form the ultimate assessment of PCK as a research framework. If we do not attempt to ask and answer these questions in our research, we will be remiss indeed. (Abell, 2008, s. 1412)

Mot bakgrund av tidigare forskning och mina erfarenheter i samband med fortbildning och intervjustudier av lärare (Nyberg, 2004a), har jag identifierat fyra kunskapsområden av en lärares kompetens med särskild relevans för min studie. Dessa är en lärares naturvetenskapliga kunskaper, kunskaper om undervisningsstrategier och teorier om lärande, kunskaper om vad elever förstår, samt kunskaper om utvärdering. I följande avsnitt görs en kortfattad litteraturenömgång av dessa.

### *Lärares naturvetenskapliga kunskaper*

Abell (2007) ger i sin forskningsöversikt exempel på studier som visar att när det gäller naturvetenskapligt kunnande inom olika naturvetenskapliga områden, är det inte ovanligt att lärare och lärarstudenter har samma alternativa idéer som eleverna.

Betydelsen av ämnesspecifika kunskaper för planering och genomförande av undervisning har studerats av flera. En lärares undervisning av en specifik aspekt av ett undervisningsinnehåll är beroende av det sätt på vilket läraren själv uppfattar aspekten i fråga, konstaterar bl.a. Alexandersson (1994) och Vikström (2005). En lärares förmåga att kunna presentera ett innehåll på ett visst sätt förutsätter en förmåga att själv förstå det på ett visst sätt, menar också Runesson (1999). Att lärares begreppsförståelse påverkar lektionsplanering och undervisning, sammanfattar även Zetterqvist (2003) i en litteraturöversikt som rör forskning om samband mellan lärares ämneskunskaper och deras undervisning. Hon ger som exempel att "de mer

kunniga lärarna i högre utsträckning upptäcker och utmanar elevers vardagsföreställningar, och att de tycks inrikta undervisningen mer mot förståelse av ett innehåll än 'praktikaliteter' och att återge fakta" (Zetterqvist, 2003, s. 51). Också Abell (2007) redovisar studier som visar att när lärarna var mindre kunniga i naturvetenskap, undvek de spontana frågor från eleverna, underströk mindre viktiga detaljer i diskussioner och lyckades inte utveckla viktiga begrepp.

Några studier visar att lärare omstrukturerar och förbättrar sina kunskaper i biologi när de får mer lärarerfarenhet (Abell, 2007), liksom att lärare som fått mer utbildning i naturvetenskap blev mer självständiga i sin undervisning och även bättre på att upptäcka alternativa idéer hos eleverna.

Flera studier visar dock att naturvetenskapligt kunnande är nödvändigt, men inte tillräckligt för att undervisa bra (Abell, 2007).

### *Lärares undervisningsstrategier och teorier om lärande*

Denna del av lärarens kompetens omfattar, enligt Shulman (1987) och Zetterqvist (2003) både ämnes specifika strategier, som hur man strukturerar ämnesinnehållet, hur man presenterar det, liksom vilka metoder man använder för att eleverna skall få möjligheter att bearbeta innehållet. Det innefattar också hur man anpassar undervisningsinnehållet till de elever man har. Abell (2007) framför att studier av lärares undervisningsstrategier visar komplexiteten av naturvetenskaplig undervisning när det gäller samspelet mellan lärares ämnesteoretiska kunskaper och pedagogiska kompetens.

Carter och Doyle (1987) hävdar på grundval av en forskningsöversikt om klassrumsforskning att lärares beslut om innehåll och arbete i klassrummet ofta grundar sig på praktiska överväganden och menar att undervisningen planeras för att i första hand behålla elevers intresse. Detta leder, enligt Carter och Doyle (1987) till att elever lär sig att "svara rätt" snarare än att de utvecklar sin begreppsförståelse. Emanuelsson (2001) fann också i sin studie av åtta lärare i årskurs 1-6 att för dessa lärare, när det gällde matematik och naturvetenskaplig undervisning, var procedurerna i klassrummet det viktiga. Konsekvensen av detta var att lärarna hade begränsade möjligheter att avgöra elevernas kunnande och förståelse inom ämnena.

I en enkät redovisade 74 kanadensiska lärarstudenter som utbildades för naturvetenskaplig undervisning sin syn på undervisning och lärande (Aguirre, Haggerty & Linder, 1990). Nästan hälften av gruppen gav uttryck för en syn

på lärande som ett passivt mottagande av kunskap. Den andra hälften av lärarstudenterna såg däremot sin uppgift som att de skulle vägleda eleverna i deras lärande och flera nämnde att de kommer att vara noga med att ta vara på elevernas idéer.

### ***Teorier om lärande***

Läraren som planerar och genomför undervisning utgår medvetet eller omedvetet från någon teori om hur lärande sker. En lärare som tänker sig att eleven lär sig naturvetenskap genom att experimentera eller att de lär sig det som läraren säger genom att passivt absorbera information, kan sägas utgå från en s.k. empiristisk syn på lärande. En lärare som istället utgår ifrån att elevers kunnande utvecklas i relation till elevernas idéer och erfarenheter och att det inte är självklart att eleverna lär sig det som förmedlas av läraren i klassrummet, kan sägas ha en konstruktivistisk utgångspunkt (Bach, 2001).

### ***Lärares kunskaper om vad eleverna förstår i naturvetenskap***

En studie av lärares utvärderingspraktik (Johansson & Emanuelsson, 1997) visar att när det gäller skolår 1-5, sker utvärdering av den naturvetenskapliga undervisningen sällan för att ta reda på vad eleverna lärt sig av det naturvetenskapliga innehållet, utan är mer inriktad på vad de upplever av undervisningen.

Emanuelsson (2001) och Vikström (2005) rapporterar studier som visar att lärare med mindre erfarenhet av naturvetenskaplig undervisning var inriktade på aktiviteterna som sådana och att elevernas lärande togs för givet och inte problematiserades. Även om en lärare har en egen god förståelse är detta ingen garanti för att läraren reflekterar över kvalitén i elevens förståelse, påpekar Vikström (2005). Alexandersson (1994) framför också betydelsen av att läraren tar sin utgångspunkt i elevens förståelse av ett specifikt innehåll. Om undervisning skall leda till lärande hos en elev behöver undervisningsmetoden anpassas till den lärarens egen förståelse av det specifika innehållet och till hur eleven förstår detta. Detta leder, enligt Alexandersson (1994) fram till "åtminstone fyra didaktiska kunskapsbehov: Kunskap om det specifika innehållet, kunskaper om hur elever tänker kring detta, kunskaper om hur man kan stödja elevens förståelse av innehållet samt medvetenhet om betydelsen av denna interaktiva process" (författarens kursivering, Alexandersson, 1994, s. 234).

Abell (2007) refererar ett flertal studier som gjorts beträffande lärares och lärarstudenters medvetenhet om elevers alternativa idéer om naturvetenskapliga fenomen. En undersökning i Storbritannien visade att lärare i naturvetenskap i de lägre skolåren hade god kunskap om elevers alternativa föreställningar, medan en undersökning av lärare för samma åldrar i Canada visade på motsatt resultat. Lärarna i denna senare studie fick läsa forskningsartiklar om elevers föreställningar, men trodde på de resultat som ingick där först när de intervjuat sina egna elever. Abell (2007) beskriver en annan studie där lärare för de lägre skolåren intervjuade sina elever och undervisade dem. Lärarnas kunnande i naturvetenskap och tankar om undervisning prövades före och efter studiens genomförande. Forskarna fann att lärarna blev överraskade över den naturvetenskapliga begreppsförståelse de fann hos sina elever och att detta gjorde att lärarna omvärderade både sitt eget naturvetenskapliga kunnande och sin pedagogiska praktik. Abell (2007) drar slutsatsen att lärare tycks sakna kunskaper om elevers alternativa föreställningar i naturvetenskap, men att denna kunskap förbättras med ökande lärarerfarenhet.

En intervjustudie jag själv genomfört (Nyberg, 2004a) av tolv lärare i skolår 1-5, visade också, som nämnts i bakgrunden till denna avhandling, att lärarna ofta var omedvetna om elevernas alternativa föreställningar inom olika områden, innan de påbörjade en fortbildning med inriktning på formativ utvärdering. Flera lärare uttryckte initialt en hög grad av skepticism när de i början av utbildningen fick veta hur vanligt det var med alternativa föreställningar, och blev själva övertygade först när de läst sina elevers svar på diagnostiska test inom ett naturvetenskapligt område de nyss undervisat om eller planerade undervisning för. Detta hade i några fall påtaglig inverkan både på lärarnas uppfattning av ämnesinnehållet och på planeringen av deras undervisning.

Zetterqvist (2003) redovisar ett flertal studier där elevers eller lärares vardagsföreställningar använts som utgångspunkt för att utveckla lärares ämnesdidaktiska kunskapsbas i naturvetenskap. Hennes slutsats är att lärare som blivit medvetna om sina elevers vardagsföreställningar verkar bli särskilt motiverade att utveckla den egna undervisningen. Liknande erfarenheter har gjorts i en studie med lärare i Storbritannien (Millar, m.fl. 2006).

### *Formativ utvärdering*

En omfattande forskningsöversikt som bygger på 250 studier (Black och Wiliam, 1998a), visar att lärares formativa utvärderingen skulle kunna utvecklas och leda till stora förbättringar av elevernas lärande. Lärare behöver få stöd i att utveckla en ny utvärderingspraktik, menar Black (2000).

Den formativa utvärderingen tycks vara bristfällig även i svenska skolor. Bl.a. finns studier som antyder att det inte är vanligt att lärare i skolår 5 använder skrivböcker i formativt syfte (Johansson & Emanuelsson, 1997; Nyberg, 2004a). Shepardson och Britsch (2001) som studerat hur yngre barns skrivande underlättade för dem att lära sig naturvetenskap, betonar att elevernas skrivböcker också underlättar för läraren att bättre följa och anpassa sig till elevernas utveckling och förståelse.

I ett forskningsprojekt (Black, m.fl., 2003) där tjugofyra lärare deltog, fick varje lärare hitta sitt sätt att genomföra utvärdering i sina klassrum. Så småningom kom man fram till fyra olika områden som visade sig vara värda att utveckla. Dessa handlade om att utveckla dialogen i klassrummet, att ge feedback på elevers skriftliga arbeten, kompis- och självutvärdering och att använda resultat av summativa tester på ett formativt sätt. När det gällde dialogen i klassrummet, var en utgångspunkt en studie av Rowe (1974) som visat att om den s.k. väntetiden<sup>18</sup> förlängdes utvecklades klassrumsdialogen på ett positivt sätt. Lärarna i projektet utvecklade dialogen i klassrummet till att bli ett formativt verktyg, genom att de förbättrade sitt sätt att ställa frågor och genom att de införde längre ”väntetider” (Black, m.fl., 2003). Detta blev ett kontinuerligt tema genom hela projektet, som ledde till att både lärare och deras elever ändrade sitt sätt att vara i klassrummet. Dialogen blev rikare och ledde till att lärarna fick information om elevernas förståelse som gjorde att de kunde anpassa den fortsatta undervisningen till detta. När det gällde feedback på elevernas skriftliga arbeten utvecklade lärarna olika sätt att ge eleverna kvalitativa kommentarer så att eleverna fick veta vad kunde göra för att förbättra sina arbeten istället för att bara få en bedömning av innehållet. Under det att lärarna blev allt skickligare på detta, märkte de att elevernas lärande förbättrades. Genom denna typ av feedback som inte gjorde det möjligt för eleverna att jämföra sig med varandra, kom varje elevs framsteg

---

<sup>18</sup> Väntetid= Tiden som förflyter mellan det att en fråga ställs av läraren till dess att en elev svarar eller läraren gör ett nytt inpass. Rowes studie av lärare i de lägre skolåren (Rowe, 1974) visade att denna tid i medeltal var 0,9 sekunder.



att bli det viktiga. Projektet visade också att kompis- och självutvärdering var mycket viktigt för elevernas lärande, men att många elever behövde hjälp med att förstå hur de skulle uppföra sig tillsammans med andra, som att lyssna på varandra i tur och ordning. När det gällde användning av summativa utvärderingar på ett formativt sätt, kom lärarna fram till att summativa utvärderingar skulle betraktas och användas som en positiv del av en lärandeprocess och att om eleverna blir inblandade i testprocessen kan detta hjälpa dem att förbättra sitt lärande (Black, m.fl., 2003).

## Lärarens undervisning

I en aktionsforskningsstudie som gällde lärares och elevers frågor i klassrum där naturvetenskaplig undervisning bedrevs, konstateras att det är vanligare att lärare ställer frågor än att elever gör det (van Zee, Iwasy, Kurose, Simpson & Wild, 2001). Författarna kommer fram till sådant som gynnade elevernas förmåga att ställa insiktsfulla frågor och att uttrycka sina egna idéer under diskussioner. Detta var t.ex. när eleverna fick samtala under ledning i mindre grupper, när eleverna fick prata om sådant de fått möjlighet att observera under en längre tid, eller när lärarna försökte praktisera tystnad på olika sätt för att ge eleverna möjlighet att tänka, genom att t.ex. införa längre väntetid. Lärarna fick eleverna att uttrycka sina uppfattningar så att lärarna blev medvetna om deras begreppsförståelse och därmed kunde hjälpa eleverna att utveckla denna (van Zee, m.fl., 2001). Gallas (1995) betonar också vikten av att elevernas frågor och funderingar tas till vara i klassrummet. Genom sina erfarenheter från 5 års forskning som lärare för elever i 7-11 års ålder, har hon kommit fram till att genom att låta elevernas frågor vara en utgångspunkt i samtalen om naturvetenskapliga företeelser ökar förståelsen och intresset:

Rather than viewing misconceptions as cause for distress and immediate intervention, we should carefully elicit them and work with the children to uncover the kinds of data upon which they have based their theories./.../ If teachers are constantly interrupting children's conversations about the world, then the children eventually will not have those conversations in the teacher's presence. They will believe that their ideas are always being judged and are, most probably, not the right ideas./.../ When we make a space for children to talk to one another without our constant control over the talk, we begin to hear children's correct *and* incorrect thinking. (Gallas, 1995, s. 100)

När undervisningen tillåts att utgå från elevernas frågor, blir naturvetenskapen en naturlig del av klassrumslivet, menar Gallas (1995).

Vikström (2005) har visat att en viktig förutsättning för att elever skall urskilja en viss aspekt är att läraren själv urskiljer den och följer upp den konsekvent i sin undervisning. Rönnerman (1996) beskriver hur ett parallelllärande kan ske genom undervisningen. Samtidigt som eleven lär sig, utvecklas också lärarens kunnande inom området.

I en fallstudie av lärare, som bl.a. med utgångspunkt från Vygotskys ”närmaste utvecklingszon”, strategiskt och medvetet genomför formativ utvärdering, visar Ash och Levitt (2003) att både lärarnas professionella kompetens och elevernas lärande ökar. Att arbeta inom den närmaste utvecklingszonen är för Ash och Levitt (2003) att genom upprepad formativ utvärdering avgöra vilka skillnader som finns mellan lärarens och elevens förståelse. När läraren samlar uppgifter om elevens förståelse, får läraren uppgifter om styrkor och svagheter. För att tolka informationen, jämför läraren sina ursprungliga förväntningar med det som eleven faktiskt åstadkommer. För att utvärdera den information läraren får om elevens förståelse och agera utifrån den, måste läraren tillägna sig elevens förståelse, jämföra den med sin egen förståelse och sedan bestämma sig för hur eleven skall vägledas inom ”den närmaste utvecklingszonen” (Ash & Levitt, 2003). De framhåller att detta uppmuntrar till att tänka i termer av serier av successiva förändringar i en ständigt föränderlig ”närmaste utvecklingszon”.

### 4.3 Sammanfattning

Forskningsöversikten visar i korthet följande:

- I motsats till många andra naturvetenskapliga ämnesområden finns bara ett fåtal studier redovisade som behandlar barns uppfattningar om biologiska livscyklar. Däremot finns det studier som berör företeelser som ingår i begreppet ”livscykel”, såsom vad som betraktas som levande och hur barn uppfattar förökning eller stadier i insekters utveckling.
- Det finns ett ökat intresse av att försöka förstå på vilka sätt känslor och estetiska upplevelser påverkar lärandeprocessen. Några studier visar att elever attraheras av det som är levande och att djur oftast upplevs som mer intressanta än växter.

- Studier tyder på att elever har en liten förståelse av vad som är växter och också att kunskaperna om växters betydelse för livet på jorden är bristfälliga.
- Formativ utvärdering av undervisningen kan vara ett redskap både för att förbättra elevers lärande och för lärares utveckling.
- Lärare behöver stöd för att utveckla sin utvärderingspraktik. För att omsätta forskningsresultat till klassrumspraktik behöver forskare och lärare arbeta tillsammans.
- Trots omfattande forskning vet vi fortfarande lite om relationen mellan lärares kompetens, lärares undervisning och vad eleverna lär sig. För att öka våra kunskaper om detta krävs klassrumsstudier och mer komplexa forskningsmetoder.



## *5 SYFTE, METODER OCH GENOMFÖRANDE*

### 5.1 Syften och frågeställningar

Det övergripande syftet med denna avhandling är att bidra till att öka kunskaperna om lärande och undervisning av ett specifikt naturvetenskapligt ämnesinnehåll - växters och djurs förökning och livscyklar. För att uppnå detta syfte har jag genomfört en studie i samarbete med en lärare och hennes elever. Jag undersöker elevernas föreställningar om aspekter av växters och djurs förökning och livscyklar, liksom deras upplevelser av organismerna och om och på vilket sätt detta ändras av undervisning. Jag beskriver också hur lärarens kompetens utvecklas, mot bakgrund av handledning i ämnesdidaktik och formativ utvärdering. Dessutom beskriver jag hur lärarens undervisning förändras medan studien pågår. Jag försöker alltså besvara följande frågor:

1. Hur förklarar och upplever eleverna fenomen som har med biologiska livscyklar att göra och hur påverkas detta av undervisning?
2. Vilken kompetens utvecklas hos en lärare som undervisar om biologiska livscyklar och som får ämnesdidaktisk handledning med fokus på formativ utvärdering?
3. Hur förändras lärarens undervisning medan studien pågår?

### 5.2 Undersökningsgrupp och design

Jag har studerat en lärare och två elevgrupper under två olika år (2003 och 2006). Data från ett mellanliggande år, 2004, ingår också till viss del. Studien är en fallstudie (se t.ex. Cohen, Manion & Morrison; Merriam, 1998; Yin, 2003), med inslag av s.k. utvecklingsforskning (developmental research) (Lijnse, 1995), samt designforskning (Andersson & Bach, 2005; Andersson & Wallin, 2006). Den har också drag av aktionsforskning (McNiff, 2002; Rönnerman, 2004).

## **Skolan, läraren och eleverna**

Skolan som ingår i studien är en F-9 skola, med ca 600 elever i en kranskommun till Göteborg.

Den deltagande läraren, som i denna avhandling kallas för Stina, var vid studiens start en relativt nyutbildad 1-7 lärare med Ma/NO-inriktning och hade undervisat i 7 terminer, varav mesta tiden på denna skola. Under den första studien 2003, liksom under våren 2004, deltog Stina i det tvååriga kompetensutvecklingsprojekt som beskrivits inledningsvis (Avsnitt 1.6 och 1.7).

Eleverna som ingår i studien är de som Stina normalt undervisade. Genom att hon arbetade på samma skola 2003 respektive 2006 var upptagningsområdet detsamma. Förhållandena på skolan hade inte heller påtagligt förändrats, bortsett från att skolan expanderat mycket under perioden.

År 2003 undervisade Stina NO i två klasser i årskurs 5, med 23 respektive 26 elever, dvs. totalt 49 elever. Båda dessa klasser ingår i studien och betraktas som en grupp. I båda undervisningsgrupperna är det något fler flickor än pojkar, totalt 29 flickor och 20 pojkar.

År 2006 undervisade Stina en klass i skolår 5 och genomförde undervisningen om livscyklar i denna. 25 elever, varav 14 flickor, ingår i studien och utgör en undervisningsgrupp.

Under ett mellanliggande år, 2004, genomförde Stina undervisning om livscyklar i begränsad omfattning och i en mindre grupp i årskurs 5. Denna undervisning ingår inte i egentlig mening i denna studie, men eftersom denna undervisningsomgång är en del av Stinas totala erfarenhets- och reflektionsbas vid undervisningen 2006, utnyttjas hennes dagboks-anteckningar även från detta mellanliggande år till viss del i analysen.

Skolan ligger i ett bostadsområde med villor och radhus och är belägen i nära anslutning till grönområden. De flesta elever är födda i Sverige. Klasserna bedömdes av läraren vara likartade prestationsmässigt.

## **Uppläggning och genomförande**

Undervisningen om växters och djurs livscyklar sträckte sig över en stor del av vårterminen för båda de undervisningsomgångar som ingår i studien.

Eftersom eleverna hade ansvar för levande växter och djur, pågick denna undervisning på sätt och vis kontinuerligt och parallellt med annan undervisning.

Stina skrev dagbok om sin planering, undervisning och utvärdering. Under den första undervisningsperioden, 2003 (liksom 2004), då fortbildningsprojektet pågick, var den internetbaserad. Under den andra undervisningsperioden, 2006, skickade hon sina anteckningar via e-post till mig.

Jag besökte Stinas klassrum när de hade undervisning om växters och djurs livscyklar, mest under den första studien. Jag skrev fältanteckningar med reflektioner som ingick i den loggbok jag förde över mina kontakter med Stina och hennes klasser. Jag kommenterade också kontinuerligt Stinas dagboksanteckningar och hade också annan kontakt via e-post och telefonsamtal.

Stina intervjuades vid totalt sex tillfällen. Utöver detta genomfördes åtta handledande samtal under den första studien, två under den andra.

Eleverna svarade på skriftliga uppgifter om biologiska livscyklar före undervisningens start, alldeles efter, samt ett halvår efter avslutad undervisning samt gjorde dagboksanteckningar i sina skrivböcker och skrev berättelser.

De båda delstudiernas utsträckning i tid illustreras med tabell 5.1.

Tabell 5.1. Översikt över studiens utsträckning tidsmässigt.

<i>År</i>	<i>Intervju 1 läraren</i>	<i>Förtest elever</i>	<i>Start under- visning</i>	<i>Slut under- visning</i>	<i>Intervju 2 läraren</i>	<i>Eftertest elever</i>	<i>Intervju 3 läraren</i>	<i>Fördröjt eftertest elever</i>
2003	v. 4	v. 11	v. 13	v. 23	v. 24	v. 24	v. 51	v. 51
2006	v. 4	v. 10	v. 10	v. 23	v. 24	v. 24	v. 51	v. 51

## 5.3 Datainsamling

I detta avsnitt beskrivs först datainsamlingen översiktligt. Därefter görs en detaljerad beskrivning för respektive forskningsfråga.

## Översikt

Av tabell 5.2. framgår vilket datamaterial jag använt för att besvara mina forskningsfrågor.

Tabell 5.2. Översikt över det datamaterial som använts för att besvara forskningsfrågorna. Samtliga forskningsfrågor rör de båda undervisningsperioder som studeras.

<i>FORSKNINGSFRÅGA</i>	<i>DATA</i>	<i>2003</i>	<i>2006</i>
<i>1. Hur förklarar och upplever eleverna fenomen som har med biologiska livscyklar att göra och hur påverkas detta av undervisning?</i>	Elevuppgifter (biologiskt kunnande)  Elevuppgifter (upplevelser) Skrivböcker Berättelser Lärardagbok Lektionsobs. Forskarlogg	Förtest (FT) Eftertest (ET) Fördröjt eftertest (FET)  -  - 18 noteringar 7 tillfällen Kontinuerligt	Förtest (FT) Eftertest (ET) Fördröjt eftertest (FET) FT, ET, FET  24 st 21 st 14 noteringar 1 tillfälle Kontinuerligt
<i>2. Vilken kompetens utvecklas hos en lärare som undervisar om biologiska livscyklar och som får ämnesdidaktisk handledning med fokus på formativ utvärdering?</i>	Lärlarintervjuer (Lärardagbok)	3 st (feb, juni, dec)	3 st (feb, juni, dec)
<i>3. Hur förändras lärarens undervisning medan studien pågår?</i>	Lärardagbok Forskarlogg: - Lektionsobs. - E-post	18 noteringar Kontinuerlig 7 tillfällen 8 e-brev	14 noteringar Kontinuerlig 1 tillfälle 30 e-brev

### Forskningsfråga 1

De data som användes för att ta reda på vad eleverna lär sig och upplever var skriftliga elevuppgifter samt, för den senaste undervisningsomgången, 2006, också elevernas skrivböcker och berättelser.

Ett syfte med elevuppgifterna var alltså att ge delsvar på min första forskningsfråga, dvs. att ta reda på hur elever förklarar aspekter av växters och djurs livscyklar före och efter undervisning. Elevuppgifterna har också använts av läraren i formativt syfte.

I följande avsnitt beskrivs dessa datainsamlingsmetoder.



### *Utveckling och utformning av elevuppgifter*

Analysen av livscykelbegreppet (avsnitt 3.2) gjordes för att definiera studiens ämnesspecifika innehåll och för att identifiera de biologiska grundbegrepp som behövs för att kunna beskriva och förklara de flesta livscyklar.

Med utgångspunkt från denna analys konstruerades elevuppgifter som skulle pröva elevernas kunskaper om dessa grundbegrepp och som samtidigt var relaterade till undervisningen. Uppgifterna kan grupperas i följande teman:

- vad som är levande/inte levande
- befruktningsbegreppet
- fröväxters sexuella reproduktion och samband mellan blommor och fruktbildning
- insekters reproduktion och livscyklar

Utöver detta ingår uppgifter om

- upplevelser av de växter och småkryp som ingår i undervisningen och av att studera och följa utvecklingen av dem

De flesta frågor konstruerades av min handledare Björn Andersson och mig, ibland med synpunkter från läraren. En pilotstudie genomfördes och skriftliga frågor kunde därmed prövas både som förtest och eftertest. Några frågor ströks med anledning av denna och andra tillkom. Bilder och texter förtydligades. Det visade sig t.ex. att alla elever gav ett mycket detaljerat svar på fjärlens livscykel, varför denna inte bedömdes kunna ge ett svar på hur elevernas kunskaper om insekters förökning och livscyklar utvecklats genom undervisningen. Den ströks därför. En fråga som avsåg att testa elevernas uppfattningar om trädets sexuella förökning, handlade om huruvida det var möjligt att det skulle kunna växa upp en ny ek, trots att den enda eken i skogen fällts av en storm. Denna ändrades på så sätt att den tidigare bilden med en stamknäckt ek byttes ut mot en ek som vält med hela roten.

Frågorna i förtest, eftertest respektive i fördröjt eftertest är bara delvis desamma för de båda undervisningsgrupper som ingår i studien, eftersom några frågor ströks och några tillkom under studiens gång. Totalt är åtta frågor av sjutton desamma för eftertest och fördröjt eftertest 2003 och 2006.

För respektive undervisningsgrupp har identiska testuppgifter använts vid samtliga tre testtillfällen.

Testfrågorna är av olika slag. Dels är det flervalfrågor. På en del av dessa ombeds eleverna också förklara sitt val av alternativ. Dels förekommer s.k. öppna uppgifter som innebär att eleven skall formulera ett eget svar.

Till eftertesten 2003 tillkom några frågor för att pröva mer i detalj hur eleverna uppfattat delar av den undervisning som genomförts. Våren 2006 tillkom bl. a. frågor som rörde elevernas upplevelser av växterna och djuren. Totalt hade eleverna 2003 tolv uppgifter att besvara till eftertesten, varav fem var öppna frågor. Eleverna 2006 hade sjutton uppgifter att besvara, varav fem var öppna frågor.

Förtesterna genomfördes strax innan undervisningen om livscyklar startade, eftertesterna omedelbart efter undervisningen och de fördröjda eftertesterna sex månader efter det att undervisningen om livscyklar avslutats. Detta gjordes likadant för respektive elevgrupp 2003 och 2006. Jag kallar dessa testtillfällen förtest (FT), eftertest (ET) respektive fördröjt eftertest (FET).

I tabell 5.3 redovisas översiktligt de testfrågor som användes både 2003 och 2006 eller bara 2006. De är här sorterade tematiskt, enligt den punktvisa beskrivningen ovan, vilket de inte var i elevhäftena.

Tabell 5.3. Översikt över elevuppgifter som användes både 2003 och 2006 eller bara 2006. Uppgifter markerade med fet stil användes vid samtliga testtillfällen 2003 och 2006. FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest. Uppgifterna finns i sin helhet i bilaga 1.

TEMA	ELEVUPPGIFT	2003			2006		
		FT	ET	FET	FT	ET	FET
		n=46	n=41	n=45	n=24	n=25	n=24
LEVANDE/ICKE LEVANDE							
	<b>Vad är levande?</b>	x	x	x	x	x	x
VÄXTERS LIVSCYKLER							
Träd och örter	<b>Gamla eken</b> Hur förökar sig en rönn, ärtväxt, solros?	x	x	x	x	x	x
Blomma-frukt	Ärtskidan Blåbärsriset Växter o frön		x	x	x	x	x
Pollinering och befruktning	<b>Bikupan</b>  Pollenkornen	x	x	x	x	x	x
BEFRUKTNING							
	<b>Hur blir det en bebis?</b> <b>Fiskarna som parar sig</b>	x	x	x	x	x	x
DJURS LIVSCYKLER							
	<b>Hur blir det flugor?</b> Mjölbaggelarverna Hur förökar sig flugor, fjärilar, nyckelpigor, grodor, fåglar?	x	x	x	x	x	x
ELEVERNAS UPPLEVELSER							
	Vad tycker du om att titta på småkryp? Hur är småkrypen? Beskriv krypen! Vad tycker du om att plantera och så frön? Vad tycker du om att vara ute och titta på blad och blommor? Hur är växterna?				x	x	x
					x	x	x
					x	x	x
					x	x	x
					x	x	x
					x	x	x

Av de gemensamma åtta elevuppgifterna handlar en om begreppet levande-icke levande, fyra prövar på olika sätt kunskande om växters sexuella förökning, två berör befruktning hos människor och djur och en handlar om hur en fluga utvecklas från ett ägg. Ytterligare två uppgifter från studien 2006 redovisas. Dessa berör olika aspekter av insekters livscyklar. Till den sista studien, 2006, konstruerades också några uppgifter med syfte att pröva om eleverna skulle uttrycka sig annorlunda om sina upplevelser av växterna och djuren efter än före undervisning. Uppgifterna finns i bilaga 1<sup>19</sup>.

### ***Levande/inte levande***

#### 1. Vad är levande?

Avsikten med denna uppgift var att pröva om eleverna betraktar olika objekt som levande eller inte. På ett A4-ark med tolv tecknade bilder var uppgiften att kryssa över de bilder som inte visade något levande. Innehållet i denna fråga hade delvis sitt ursprung i tidigare forsknings-resultat om elevers uppfattning om detta (Se t.ex. Driver, m.fl. 1994b) och i en liknande fråga från en tidigare undersökning (Andersson, 1989, s. 13).

### ***Växters livscyklar***

#### **Träd och örter**

#### 2. Den gamla eken

Syftet var att ta reda på om eleverna hade någon uppfattning om trädets sexuella förökning. Det är en öppen fråga med en bild på en nedfallen ek. Nästan alla ekens rötter är på bilden uppräckta ur marken.

#### 3. Hur förökar sig ...en rönn, en ärtplanta, en solros?

Frågan om eken kompletterades 2006 med en flervalsfråga som innebar att eleverna skulle stryka under antingen ”med rötter” eller ”med frön” på en fråga om hur en rönn, en ärtplanta respektive en solros förökar sig. Syftet var att undersöka i vilken omfattning eleverna tänker sig att träd respektive örter förökar sig med frön. Tanken var också att pröva om ärtplantans förökning blev mer känd efter undervisning än den var innan.

---

<sup>19</sup> I bilagan är de ordnade tematiskt, dvs. i den ordning som de beskrivs här, vilket de inte var när eleverna gjorde uppgifterna. För att underlätta i denna beskrivning har också uppgifternas numrering i bilagan ändrats, i enlighet beskrivningen i detta avsnitt.

## **Blomma-frukt**

### 4. Ärtskidan

Denna flervalsfråga avsåg att undersöka elevernas uppfattningar om vilket samband som finns mellan blomma och frukt. Ärtväxtens blomma och ärtskida används som exempel, eftersom det är en ärtväxt som eleverna odlar och studerar i undervisningen. Eleven får olika svarsalternativ att välja bland, men ges möjlighet att förklara sitt val. Frågan tillkom eftersom det uppmärksammades under våren 2003 att det inte var självklart för eleverna att ärtskidan bildades där det tidigare fanns en blomma.

### 5. Blåbärsriset

Liksom ”Ärtskidan” avsåg denna öppna uppgift att undersöka elevernas uppfattningar om vilket samband som finns mellan blomma och frukt. Frågan innehåller två bilder på blåbärskvistar, den ena med blåbärsblommor, den andra med blåbär. Frågan gäller om blåbärsblommorna, som är så lika blåbären, har något att göra med blåbären. Frågan tillkom eftersom det uppmärksammades under en utedag 2003, att detta var obekant för många.

### 6. Växter och frön

Denna uppgift användes i TIMSS<sup>20</sup>-undersökningen 1994-1995. Det är en flervalsfråga som avser pröva om eleverna vet var frön utvecklas hos en växt.

## **Pollinering**

### 7. Bikupan

För att undersöka om eleverna hade någon uppfattning om att pollinering är en förutsättning för fruktsättning, konstruerades en öppen fråga som berörde på vilket sätt bin skulle kunna tänkas påverka hur mycket äpplen som bildas i ett äppleträd. Detta sammanhang valdes eftersom det skulle kunna vara något som eleverna stött på i sin hemmiljö/vardagsmiljö.

### 8. Pollenkornen

Denna uppgift användes enbart 2006. Den handlar om hur det kan komma sig att det blir ett äpple av att pollen överförs från en blomma på ett äppleträd till en annan blomma, med hjälp av ett bi. Det är en flervalsfråga, med möjlighet till motivering. Den tillkom efter studien 2003 och svarsalternativen är

---

<sup>20</sup> Trends in International Mathematics and Science Study. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) (1997).

inspirerade av den kvalitativa analys av uppgiften om bikupan som gjordes efter denna undervisningsomgång.

## ***Befruktning***

### 9. Hur blir det en bebis?

Denna flervalsuppgift hade som syfte att utröna elevernas uppfattningar om vilken betydelse ägg respektive spermie har när det gäller hur en bebis kommer till. Frågan har sitt ursprung i tidigare forskning om barns uppfattningar om hur en människa kommer till (Se t.ex. Björk, 1988). Det är en flervalsuppgift, med möjlighet för eleverna att förklara sina val.

### 10. Fiskarna som parar sig<sup>21</sup>

Denna gällde elevernas uppfattningar om vilken betydelse ägg respektive spermie har när det gäller hur en fisk kommer till. Frågan är nästan identisk med uppgift 9. Istället för orden ”rom” och ”mjölke” som man brukar använda när det gäller fiskar, används här ägg och spermier, dels eftersom vi vill underlätta för eleverna att göra jämförelsen med andra djur, dels eftersom vi var osäkra på om rom respektive mjölke var bekanta ord för eleverna. Av samma skäl används ”parar sig” i rubriken, trots att uppgiften gäller fiskar med s.k. yttre befruktning.

## ***Djurs livscyklar***

### 11. Hur blir det flugor?

Denna flervalsuppgift gjordes för att undersöka om eleverna kände till att flugorna genomgår en fullständig förvandling från ägg till färdig fluga.

### 12. Mjölbaggelarverna

Denna uppgift, som bara använts i studien 2006, konstruerades för att undersöka om elevernas erfarenheter och insikter om flugans fullständiga förvandling skulle påverka deras svar på en fråga om en annan insekt. Av särskilt intresse var också att undersöka hur eleverna uppfattade puppstadiet. Frågan består av två delar. I den första kan eleverna läsa om att det från början finns 10 mjölbaggelarver i en plastask. Efter några dagar finns det bara 6 larver i asken, men det finns också 4 saker som ligger helt stilla. Eleven ombeds därefter svara på vad som hänt. I den andra delen skall eleven kryssa

---

<sup>21</sup> Vissa fiskarter har inre befruktning, dvs. ägget befruktas i honan genom parning. De flesta fiskarter har dock yttre befruktning, dvs. äggen (romkornen) befruktas utanför honans kropp av hanens spermier (mjölke).

”ja” eller ”nej” för om dessa saker är levande eller inte, och därefter förklara hur han/hon tänkte när han/hon satte kryss.

### 13. Hur förökar sig flugor, fjärilar, nyckelpigor, grodor<sup>22</sup> och fåglar?

För att pröva om eleverna har någon uppfattning om hur ett befruktat ägg hos insekter blir till, dvs. alltså länken mellan en livscykel och nästa, konstruerades 2006 ytterligare en fråga som gällde bl.a. insekter. Frågan gäller om några olika djur parar sig eller inte.

### ***Elevernas upplevelser***

#### 14. Vad tycker du om ...?

Till studien 2006 konstruerades fyra uppgifter som avsåg att undersöka elevernas upplevelser av levande växter och småkryp, liknande dem som ingick i undervisningen. Tre var flervalsuppgifter, en var öppen. Eleverna ombads ringa in det alternativ som bäst stämde med deras egen uppfattning. Den öppna frågan löd: ”Vad tycker du om krypen?” De fick samtidigt en petriskål (genomskinlig plastask med lock) med levande spyflugelarver i. Utgångspunkten för dessa uppgifter var att ta reda på om undervisningen påverkat eleverna känslomässigt.

### ***Elevernas beskrivningar och berättelser***

Utöver testuppgifterna som genomfördes före och efter undervisningen fick eleverna som deltog i studien 2006 också två uppgifter medan undervisningen pågick. Den ena handlade om utvecklingen av elevernas spyflugelarver till färdiga flugor, den andra om deras ärtplantor. Uppgiften om spyflugan genomfördes vid ett tillfälle, i slutet av undervisningsperioden, när eleverna släppt ut sina flugor. Den andra pågick kontinuerligt, under hela undervisningen. Syftet var att få veta hur eleverna upplevde dessa båda studier och hur de uttryckte sig om sina organismer.

### ***Ärtplantan***

Eleverna har följt sin ärtplanta från sådd till utveckling av ärtskidor. De uppmanades av Stina att studera och mäta sin ärtplanta och att skriva, rita och

---

<sup>22</sup> Grodor har egentligen yttre befruktning, men hanens ”livtag” (amplexus) om honan under befruktningen ger intryck av att en parning, i bemärkelsen inre befruktning, sker. Syftet med frågan är dock inte att pröva elevernas kunskaper om vad som betecknas som parning eller inte, utan att få veta om eleverna tänker på att någon form av förening av ”han-” respektive ”honceller” måste äga rum.

berätta om detta i sina skrivböcker. De uppmanades också att skriva ner sina tankar om detta, vad de tyckte om arbetet och hur det kändes att ta hand om ärtplantan. Eleverna har skrivit tre till fem dagboksanteckningar om ärtplantans utveckling. Tjugofyra skrivböcker har ingått i analysen.

### *Spyflugelarverna*

Under en lektion efter det att spyflugorna släppts ut fick eleverna, på lärarens initiativ, i uppgift att skriva om sina studier av spyflugelarvernas utveckling till färdiga flugor. De skrev en löpande text med skriftliga frågor från Stina som stöd. Frågorna handlade om hur det känts att arbeta på det sätt som de gjort, hur larven kommit till, hur det blir nya flugor, vad de trodde skulle komma att hända med deras flugor som släppts ut och också allmänt om vad de själva ansåg att de lärt sig om flugor. De skulle även beskriva hur det kändes att släppa ut flugorna och hur det kändes att ta hand om larverna, pupporna och flugorna. De skulle också skriva om det var något som varit särskilt häftigt eller äckligt när de arbetat med detta. Tjugoen berättelser ingår i analysen.

## **Forskningsfråga 2**

De data som använts för att besvara min forskningsfråga om vilken kompetens Stina utvecklar, är framförallt intervjuer. I ett fåtal fall har jag också använt Stinas dagbok.

### *Intervjuer*

Intervjufrågorna pilottestades våren 2003. Som ett resultat av detta förändrades de så att jag bättre skulle kunna få en uppfattning om lärarens naturvetenskapliga kunnande om växters och djurs livscyklar.

Jag valde en halvstrukturerad intervjumetod, eftersom den delvis får karaktären av ett samtal. Denna typ av intervju bygger på ett antal teman och frågor, men ger samtidigt möjlighet att göra förändringar av frågornas form och ordningsföljd om detta passar bäst för uppföljning av vad den intervjuade svarar eller berättar (Kvale, 1997). Det var vanligt att jag ställde några inledande frågor som jag följde upp med s.k. uppföljningsfrågor ("Som...?", "Mm..."), sonderande frågor ("Kan du ge något exempel?") specificerande frågor ("Hur tänkte du då?") eller bara var tyst en stund för att ge Stina möjlighet att tänka. När intervjun närmade sig sitt slut kontrollerade jag att innehållet i min intervjuguide berörts. Det centrala med denna typ av intervju



är enligt Kvale (1997) intervjuarens förmåga att lyssna till vad som är viktigt för intervjupersonen och samtidigt ha forskningsfrågorna i minnet.

Intervju 1 (2003) och 4 (2006) genomfördes i februari innan undervisningen om livscyklar startade. Syftet 2003 var bl.a. att få en uppfattning om Stinas vana vid och sätt att utvärdera vad eleverna lär sig i NO, hur hon ansåg att man skall undervisa för att barnen skall lära sig på ett så bra sätt som möjligt, liksom om hennes intresse för och kunskaper om växters och djurs livscyklar. Intervju 4 som genomfördes vid samma tidpunkt 2006 handlade om Stinas planering för denna undervisningsomgång om växters och djurs livscyklar, mot bakgrund av hennes erfarenheter av undervisningen 2003 respektive 2006. Den innefattade detaljerade diskussioner om mål, innehåll, utvärdering och dokumentation.<sup>23</sup>

Intervju 2 (2003) och 5 (2006) ägde rum strax efter det att undervisningen avslutats, i juni. Jag ställde frågor om Stinas intryck och upplevelser under arbetets gång. Bl.a. ville jag veta om hon tyckt att hennes ämneskunskaper var tillräckliga när det gäller växters och djurs livscyklar och vad hon tyckte att hon lärt sig. Jag ville också veta vilken uppfattning hon hade om vad eleverna lärt sig och vad hon grundade detta på. Identiska intervjuguider användes vid dessa tillfällen.<sup>24</sup>

Intervju 3 (2003) och 6 (2006) genomfördes i december, dvs. ett halvår efter avslutad undervisning, i samband med det fördröjda eftertestet. Innan denna intervju hade jag skickat sammanställningar av eftertestresultatet till Stina. 2003 handlade intervjun mest om hennes nuvarande tankar om denna undervisning i relation till tidigare, om hennes egen uppfattning om vad hon själv lärt sig, liksom om hennes syn på elevernas förståelse av innehållet.<sup>25</sup> 2006 hade också detta innehåll, men en stor del av intervjun kom att handla om Stinas resonemang om och reaktion på testresultaten<sup>26</sup>.

Genom att utgå från elevernas förståelse av innehållet avsåg jag få en uppfattning om Stinas biologiska kunnande. Detta gav också anledning att

---

<sup>23</sup> För intervju 1 användes Intervjuguide 1 (Bil. 2, s. 4). För intervju 4 användes Intervjuguide 4 (Bil. 2, s. 8)

<sup>24</sup> För intervju 2 och 5 användes Intervjuguide 2 (Bil. 2, s. 6)

<sup>25</sup> För intervju 3 användes Intervjuguide 3 (Bil. 2, s. 8)

<sup>26</sup> För intervju 6 användes Intervjuguide 5 (Bil. 2, s. 9)

ställa frågor om hennes syn på hur undervisning kan gå till för att barnen skall lära sig på ett så bra sätt som möjligt.

Intervjuerna genomfördes i ett grupprum på Stinas arbetsplats. En gång träffades vi i anslutning till mitt arbetsrum. Jag följde råd enligt Kvale (1997), som t.ex. att sammanfatta några lärdomar från intervjun innan bandspelaren stängdes av, för att kontrollera att några betydande missförstånd inte uppkommit.<sup>27</sup>

Strax efter intervjun skrev jag minnesanteckningar, som innehöll en sammanfattning av intervjun som jag då uppfattade den, men också tankar inför fortsatta intervjuer liksom det ”mellanmänniska samspelet” (Kvale, 1997, s. 12). Både Merriam (1998) och Kvale (1997) poängterar vikten av att omedelbart efter en intervju skriva ner sina reflektioner. Tanken var dels att dessa omedelbara intryck skulle vara värdefulla vid den kommande analysen, dels att jag successivt skulle bli bättre på att genomföra intervjuerna.

### **Forskningsfråga 3**

För att kunna ett svar på hur Stinas undervisning förändrats användes Stinas dagboksanteckningar och min forskarlogg, samt i viss utsträckning e-postkommunikation mellan Stina och mig.

#### *Lärardagbok*

Stina skrev internetbaserad dagbok under den första undervisnings-omgången 2003 liksom under den mellanliggande undervisningen 2004. Dagboksanteckningarna ingick i den kurs Stina följde och skulle uppfylla vissa kurskrav.<sup>28</sup> Undervisningssekvensens mål, uppläggning och innehåll, inklusive elevernas reaktioner och kommentarer, skulle beskrivas, liksom lärarens reaktioner och reflektioner kring undervisningens uppläggning och innehåll. Hur den formativa utvärderingen fungerat under undervisningens gång ingick också. Ett önskemål var att dessa redovisningar skulle skrivas efter varje genomförd lektion och i så nära anslutning till denna som möjligt. Läraren skulle också göra en fördiagnos, liksom en avslutande utvärdering. Resultaten av dessa skulle också skrivas in i dagboken, liksom vilka konsekvenser för undervisningen läraren ansåg att de gav. Under Stinas andra

---

<sup>27</sup> Se Intervjumanual (Bil. 2, s.3)

<sup>28</sup> Bil. 2, s. 1.

undervisningsomgång 2006 skickade hon sina dagboksanteckningar direkt till mig via e-post. De skulle även denna gång skrivas i så nära anslutning till lektionen som möjligt och innehålla samma information som tidigare.

### *Forskarlogg*

Under de båda undervisningsperioder som ingår i studien har jag kontinuerligt skrivit en loggbok med minnesanteckningar och reflektioner om mina kontakter med Stina och av mina besök i klasserna. När jag deltog i undervisningen försökte jag få information om elevernas lärande och vad de tyckte om lektionerna. Jag ville också veta hur Stina hanterade undervisningen om växters och djurs livscyklar, vilken typ av råd eller hjälp hon tyckte sig behöva, liksom hur hon försökte ta reda på vad eleverna kunde och lärde sig. Jag var också intresserad av hur Stina bemötte elevernas funderingar och initiativ.<sup>29</sup>

Under våren 2003 omfattade Stinas undervisning om livscyklar 18 planerade lektionstillfällen av varierande längd under en period av 10 veckor, från början av april till början av juni. Jag var närvarande i undervisningen om livscyklar under 7 tillfällen under totalt 10 timmar inklusive en utedag, som varade i ca 4 timmar. Detta innebär att jag deltog ca 1/3 av den tid som undervisningen om växters och djurs livscyklar pågick.

Under våren 2006 omfattade Stinas undervisning om livscyklar 20 planerade lektioner av varierande längd under en period av 12 veckor, från början av mars till början av juni. Jag observerade undervisningen en förmiddag, men besökte klassen vid ytterligare två tillfällen.

I samband med mina besök hade Stina och jag oftast ett samtal efter lektionerna då vi diskuterade detaljer i undervisningen. Det rörde sig om praktiska problem i själva handhavandet av de levande växterna eller småkrypen, ämnesmässiga diskussioner eller om vad olika frågor eller svar från eleverna kunde innebära och om hennes uppfattning om lektionen. Ett återkommande innehåll i våra samtal var resultaten av elevuppgifterna och undervisningen i relation till dessa.

---

<sup>29</sup> Observationsguide i bil. 2, s. 10.

## 5.4 Bearbetning och analys av data

### Forskningsfråga 1

#### *Elevuppgifter*

Ett syfte med analysen av elevuppgifterna var att öka kunskaperna om vilka idéer elever i denna ålder har om levandebegreppet samt om växters och djurs förökning och livscyklar. Det var också att i ett formativt syfte ta reda på hur klassen som helhet svarade i relation till den undervisning de hade fått eller skulle få. Preliminära analyser av elevernas svar har använts på detta sätt av Stina och i våra diskussioner om undervisningen.

För de öppna uppgifterna, alltså när eleverna själva formulerat ett svar, grupperades elevernas svar i kategorier. Dessa var alltså inte utformade i förväg. Kategorisystemen baserades på samtliga elevsvar. För de elevuppgifter som ingick både 2003 och 2006 användes också svar från pilotstudien. Detta innebär att drygt 370 elevsvar användes som bas för utveckling av dessa kategorier. Kategorierna för uppgifter som bara förekom 2006 baseras på drygt 100 elevsvar.

Konstruktionen av kategorier bygger på en kvalitativ analys av elevernas svar. Syftet har varit att hitta likheter och skillnader mellan svaren. Jag har alltså utgått från ett genuint intresse av elevernas uppfattningar om de grundbegrepp som uppgifterna avsåg testa och att försöka förstå bakgrunden till hur eleverna uttrycker sig. Forskare med annan teoretisk utgångspunkt, dvs. med annat syfte än mitt, skulle möjligen ha kommit fram till andra kategorier för sortering av elevsvaren.

Förfaringssättet vid bildandet av kategorier var följande: Alla svar på varje fråga lästes och begrundades upprepade gånger. Med utgångspunkt från svarens innehåll och mot bakgrund av biologiämnets teorier och begrepp, liksom kunskaper om ämnesdidaktiska forskningsresultat inom området, skapades så småningom olika kategorier av elevsvar. Efter en följande interreliabilitetsbedömning fastställdes kategorisystemen som därefter utgjorde en manual för min kategorisering av de aktuella svaren. För en mer detaljerad beskrivning av hur bildande av kategorier med utgångspunkt från elevsvar kan gå till, hänvisas till Andersson och Wallin (2000).

Utgångspunkten för mina analyser av flervalfrågorna har överlag varit att alla svar ger information som kan vara vägledande för undervisningens innehåll och utformning. Det betyder att också de alternativ som inte är korrekta ur ett naturvetenskapligt perspektiv är intressanta och värdefulla.

### *Elevberättelser och skrivböcker*

Elevernas skrivböcker i NO och deras skriftliga berättelser har analyserats med syfte att i första hand undersöka på vilket sätt eleverna uttrycker sig om sina observationer och skötsel av sina ärtplantor och spyflugelarver, mot bakgrund av att de uppmanats av sin lärare att beskriva sina upplevelser. Analysen som inspirerats av Wickman (2006) bygger på tre aspekter:

1. *Känslomässiga och estetiska uttryck*, alltså uttryck för hur något känns och ser ut, såväl negativa som positiva.
2. *Uttryck för omsorg*.
3. Hur eleverna uttrycker sig om det *biologiska skeendet*, dvs. när det gäller ärtplantans eller spyflugelarvens utveckling.

### *Statistiska beräkningar*

Analyserna av elevuppgifterna, skrivböcker och berättelser har i huvudsak baserats på kvalitativa aspekter. I vissa fall har statistiska beräkningar genomförts för att pröva om skillnader i andel elever som svarat på ett visst sätt mellan olika elevgrupper eller mellan olika testtillfällen, är statistiskt signifikanta. Det handlar alltså i dessa fall inte om generaliseringsanspråk, dvs. att pröva om resultatet är signifikant för en hel population, utan min avsikt är att pröva om det föreligger en skillnad eller inte, mellan grupperna som ingår i denna studie, eller mellan olika testtillfällen. I de fall statistiska beräkningar gjorts handlar det alltså om att avgöra om de skillnader som förekommer uppstått av en slump eller ej. För detta har  $Chi^2$  – test använts. I de fall någon variabel vid beräkningarna varit mindre än fem, har Yates korrigering använts (Djurfeldt, Larsson, Stjärnhagen, 2003; Preacher, 2001).

En skillnad betraktas i avhandlingen som signifikant om sannolikheten  $\leq 5\%$  att skillnaden uppkommit av slumpskäl.

### *Hantering av bortfall*

När det gäller jämförelser mellan förtester, eftertester respektive fördröjda eftertester ingår samtliga deltagande elever i dessa, även om några elever inte varit med vid samtliga tillfällen. 2003 var det 2 elever som bara var med vid ett tillfälle (en elev på förtestet, en annan elev på eftertestet). 2006 var det en elev som bara var med vid ett tillfälle. 2003 var det 11 elever som bara var med vid två av tre tillfällen, 2006 en elev.

Trots att det inte alltid är samma elever som ingår i grupperna vid testtillfällena har alltså alla deltagande elevers svar ingått i analys och slutsatser. Orsaken är att mitt och lärarens huvudintresse för denna undersökning varit att ”kartlägga” ingående uppfattningar i klasserna som helhet. Det har alltså inte handlat om att studera specifika elever.

## **Forskningsfråga 2**

### *Intervjuer*

Intervjuerna har skrivits ut ordagrant. Jag skrev själv ut hälften av dessa. De övriga har jag lyssnat igenom och kontrollerat. Eftersom jag själv genomfört samtliga intervjuer påbörjades, i enlighet med Kvale (1997), min analys redan vid intervjutillfället. I mina minnesanteckningar i direkt anslutning till intervjun reflekterade jag över denna och vilka svar jag fick på mina frågor. Därefter har jag transkriberat en stor del av intervjuerna och sedan läst igenom dem upprepade gånger. Jag använde då också mina minnesanteckningar från intervjuerna för att bättre komma ihåg den situation som intervjun genomfördes i (Kvale, 1997). Ibland har jag återgått till inspelningarna för att kontrollera detaljer.

Som tidigare beskrivits i avsnitt 4.2 identifierade jag mot bakgrund av tidigare forskning och mina erfarenheter i samband med fortbildning och intervjustudier av lärare, fyra kunskapsområden av en lärares ämnesdidaktiska kompetens som jag ansåg hade särskild relevans för min studie. Dessa framstod också som relevanta för att använda för min analys av det som Stina berättade om sin undervisning:

- Naturvetenskapligt kunnande om biologiska livscyklar
- Undervisningsstrategier och idéer om lärande

- Intresse för och kunskap om elevers idéer och föreställningar
- Användning av formativ och summativ utvärdering

Med utgångspunkt från dessa aspekter använde jag mig av det som Kvale (1997) kallar för ”meningskategorisering” och analyserade varje intervju så att de delar som jag ansåg tillhöra respektive aspekt markerades. Därefter sorterades dessa utdrag så att de i kronologisk ordning hänfördes till respektive aspekt. Sedan sammanfattade jag dessa, exemplifierade med intervjuutdrag och beskrev hur jag tolkade det som Stina sagt.

### **Forskningsfråga 3**

För att svara på forskningsfrågan om hur Stinas undervisning förändras har jag med aktionsforskningsspiralen som analysverktyg gjort en analys i huvudsak med utgångspunkt från Stinas dagboksanteckningar, men också delvis från e-postkommunikation mellan Stina och mig samt min forskarlogg. I några fall, då Stina inte skrivit några reflektioner om detta, utnyttjar jag istället det Stina berättar under intervjuer.

Aktionsforskningsspiralen – eller cirkeln – beskrivs av bl.a. McNiff (2002) och Rönnerman (2004). Den kan ses som en tankegång att reflektera utifrån, skriver Rönnerman (2004) där stegen planera – agera – observera – reflektera ingår. I min analys innebär detta att jag betraktar Stinas planering och därpå följande undervisning, hennes bedömning av i vilken mån undervisningen ledde till det hon avsett, hennes reflektion över detta och hur detta i sin tur påverkar planering och genomförande av kommande undervisning.

## **5.5 Studiens validitet och reliabilitet**

I följande avsnitt redogör jag för på vilka olika sätt jag försökt försäkra mig om en god validitet och reliabilitet i studien. Detta omfattar såväl min datainsamling som de olika analyser jag gjort.

### *Egna utgångspunkter*

Dysthe (1996) betonar liksom Merriam (1998) vikten av att tydliggöra vem man är som forskare, för att det skall bli tydligt med vilka ögon denna forskare gjort sina observationer och dragit sina slutsatser, eftersom absolut objektivitet i analysen är omöjligt. Dysthe (1996) skriver:

## *Kapitel 5*

Som forskare måste man å ena sidan vara på det klara med att absolut objektivitet i analysen är något omöjligt. Förr trodde man att det var möjligt för en forskare att presentera ett öppet fönster till någon annans värld: det kunde vara en antropolog som studerade en främmande stamkultur, en pedagog som studerade ett klassrum eller en psykolog som studerade en särskild individ. Idag inser de flesta att vem man är som forskare påverkar de frågor som ställs och de svar man kommer fram till. (Dysthe, 1996, s. 25)

Mina personliga och teoretiska utgångspunkter framkommer i avhandlingens förord, samt i kapitel 1 och 2.

### *Pilotstudie*

Utöver de mindre förstudier som ägt rum inom ramen för det kompetensutvecklingsprojekt som berörts i avsnitt 1.5, genomförde jag en pilotstudie med en lärare som inte ingick i vårt projekt, strax innan den ordinarie studien våren 2003. Denna ägde rum i en blandad klass i skolår 4-6 (10-12 år), med totalt 44 elever. Elevtester, lärarintervjuer och lektionsobservationer pilottestades. Detta ledde, som tidigare nämnts till vissa förändringar av elevtesterna och intervjufrågorna (avsnitt 5.3).

### *Validiteten*

Datatriangulering kan förbättra validiteten om det som kommer fram av studien stöds av mer än en enda typ av data (Yin, 2003). Jag har skapat förutsättningar för detta genom att utnyttja olika typer av data för mina analyser. Genom att resultaten stödjer varandra bedömer jag att validiteten är tillfredsställande.

Det finns flera andra sätt att säkerställa den validiteten än triangulering: deltagarkontroll, observation under en längre tid eller upprepade observationer av samma företeelse, kollegial granskning och kritik, liksom ett deltagande tillvägagångssätt, dvs. att de personer som studeras involveras i alla skeden i forskningen (Merriam, 1998). För den studie som utgör avhandlingens empiriska underlag, har den deltagande läraren varit inblandad i både uppläggning och innehåll och har också haft möjlighet att lämna synpunkter på analys och tolkning av materialet. Studien har pågått under en längre tid och jag har haft en del kollegial granskning genom att mina handledare och andra forskarkolleger granskat och lämnat synpunkter på elevuppgifter, intervjufrågor, analyser och slutsatser.



## *Reliabilitet*

Merriam (1998) hävdar att eftersom tillvägagångssättet under en kvalitativ fallstudie utvecklas efter hand, kan inte heller begreppet reliabilitet i sin traditionella mening tillämpas. Frågan blir därför inte om resultaten kommer att upprepas utan om resultaten är konsistenta med insamlade data, oavsett vem som är uttolkare. För att en granskning av detta skall vara möjligt, måste forskaren i detalj beskriva hur datainsamlingen gjordes, hur kategorier utvecklades och vilka beslut som togs under studiens alla skeden (Merriam, 1998). Det handlar alltså om "genomskinlighet", dvs. att försöka tydliggöra vad man gjort och varför man gjort på detta sätt. Detta har jag eftersträvat och har därför vid beskrivning av analysresultat redovisat relativt mycket grunddata för att ge läsaren en möjlighet att själv bilda sig en uppfattning om i vilken mån mina slutsatser verkar vara relevanta. Detta är i linje med att säkerställa en bevislinje, "to maintain a chain of evidence", enligt Yin, (2003, s. 105), för att öka reliabiliteten. Läsaren av en fallstudierapport skall, enligt honom, kunna följa hur forskaren dragit sina slutsatser, hela vägen från de ursprungliga forskningsfrågorna.

Yin (2003) rekommenderar en tränings- och utbildningsfas för fallstudieforskare. När det gäller datainsamlingsmetoderna för den studie som avhandlingen bygger på hade jag fått en god träning genom de fortbildningsprojekt som tidigare nämnts. Inom dessa gjorde jag intervjustudier, fungerade som handledare, besökte lärarna i sina klassrum och observerade deras undervisning. Under dessa två år gjorde jag 40 intervjuer, som varade ca 1 timma vardera. Jag var då också mycket konsekvent med att skriva minnesanteckningar i nära anslutning till intervjutillfället, med avslutande reflektioner och lärdomar för kommande intervjuer, vilket gjorde att jag utvecklade mig själv i rollen som intervjuare. Jag betraktar mig alltså som en erfaren intervjuare när studien påbörjades.

Merriam (1998) anser att kvalitativa fallstudier kräver bl.a. goda kommunikationsfärdigheter. De kommunikativa färdigheterna innebär enligt henne att känna empati med dem som intervjuas, att etablera en god relation, att ställa relevanta frågor och att lyssna uppmärksamt. En forskare kan genomföra ett styrt samtal - en intervju - på ett bättre sätt om atmosfären är tillitsfull, menar hon. Elbaz (1981), som gjorde en fallstudie med en lärare, hävdar att "a mutuality between researcher and teacher is essential to any effort at critical understanding" (Elbaz, 1981, s. 68).

### *Extern validitet – generaliserbarhet*

Den externa eller yttre validiteten gäller i vilken utsträckning resultaten från en undersökning är tillämpliga även i andra situationer än den undersökta, dvs. hur pass generaliserbara resultaten är (Merriam, 1998). När det gäller fallstudier, skriver hon, gäller frågan om man kan generalisera från ett enskilda fall eller från kvalitativa undersökningar överhuvudtaget och i så fall på vilket sätt. Hon hävdar att de flesta anser att generalisering från ett enda fall är möjlig, under förutsättning att man omdefinierar ”generalisering” så att begreppet speglar de utgångspunkter eller förutsättningar som den kvalitativa forskningen vilar på. Forskaren måste alltså ge en detaljerad beskrivning av den kontext undersökningen genomfördes i. Beskrivningen måste, enligt Merriam (1998), som refererar till Lincoln och Guba, specificera allt som en läsare behöver för att förstå resultaten. Det blir då möjligt för en läsare eller presumptiv användare att bedöma i vilken utsträckning resultaten är tillämpliga på hans eller hennes situation. Merriam (1998), liksom Cohen, m.fl. (2005), anser att fallstudieforskaren kan förbättra generaliserbarheten bland annat genom att ge en rikhaltig och ”tät” beskrivning för att vara och en som är intresserad av att överföra resultaten ska ha en tillräckligt omfattande informationsbas som grund för bedömningen. Jag anser att denna avhandling är en sådan rikhaltig och tät beskrivning. Det bör alltså vara möjligt för en utomstående att göra en sådan bedömning.

### *Elevuppgifter*

Som jag nämnt inledningsvis har kategoriseringen av elevsvaren interreliabilitetsbedömts av flera forskare. Kategoriseringarna testades genom att minst två andra forskare fick genomföra kategorisering för delar av eller för samtliga elevsvar för respektive fråga. Om det fanns skillnader i de kategoriseringar som då gjordes, ledde detta till att kategorisystemet förändrades. Nya kategoriseringssystem testades till dess att minst 80 % av svaren kategoriserats på samma sätt. Minst tre forskare deltog alltså i arbetet med att konstruera ett reliabelt kategorisystem för de frågor som används i denna studie.

Validiteten hos respektive fråga i testerna har prövats genom pilottestning. I de fall validiteten bedömts låg, t.ex. när eleverna svarat på annat än det vi velat veta någonting om, har frågorna omformulerats eller ändrats på andra sätt. I vissa fall har hela frågor utgått.

Reliabiliteten vid bedömningen av elevsvarens ”kategoritillhörighet” har också säkrats genom att elevernas svar avidentifierades och blandades slumpvis vid kategoriseringen, som gjordes i databearbetningsprogram, för att ingen skevhet i bedömningen skulle uppkomma beroende på om svaren kom från test som genomförts första eller andra undervisningsomgången, eller på om svaren kom från för-, efter- eller fördröjt eftertest.

Identiska frågor har använts både till förtest, eftertest respektive till fördröjt eftertest. En inträningseffekt skulle alltså kunna vara orsak till ett eventuellt förbättrat resultat. Resultatredovisningen visar att svaren på de frågor som använts vid samtliga testtillfällen inte förändrats genomgående och inte heller på samma sätt för båda grupperna, varför en inträningseffekt inte bedöms ha en avgörande betydelse för svarsbilden.

### *Intervjuerna*

Reliabilitet för intervjuanalyserna påverkas av det faktum att jag var med vid samtalet och tagit del av Stinas tankar om sin undervisning under en lång period. En annan person skulle kanske därför inte alltid tolka utskriften på samma sätt som jag. Yin (2003) betonar att trots att intervjuerna utgör en viktig del i en fallstudie, skall intervjuerna enbart betraktas som muntliga rapporter och behandlas som sådana och att det är bra om intervjudata kan styrkas med andra källor. Kvale (1997) understryker att intervjupersonens uttalanden skapas tillsammans med intervjuaren och att man inte skall glömma bort att slutprodukten är en ”social konstruktion” (Kvale, 1997, s. 167). Att mina intervjudata i vissa fall kompletteras med andra källor, som t.ex. Stinas dagboksanteckningar och e-post, ökar mina möjligheter att bedöma reliabiliteten.

## 5.6 Diskussion av metodval

Som framgått av ovanstående har alltså elevuppgifterna fyllt det dubbla syftet dels utgöra underlag för mig att besvara min första forskningsfråga, dels att utgöra underlag för en formativ utvärdering, dvs. tjäna som information för Stinas fortsatta undervisning. När det gäller elevernas förståelse och upplevelser, grundar jag alltså mina resultat och slutsatser i huvudsak på skriftliga data, dvs. svar på elevuppgifter, beskrivningar eller berättelser från samtliga elever. Jag hade istället kunnat intervjua eleverna, enskilt eller i grupp eller lyssna på elevernas samtal i klassen medan undervisningen

pågick. Om alla dessa sätt använts hade den sammanvägda bilden av elevernas uppfattningar och upplevelser sannolikt varit något mer komplex och nyansrik. Jag bedömde dock att de olika skriftliga uppgifterna som eleverna fick, skulle ge mig och läraren tillräckligt med information för att få en kartläggning som kunde användas i formativt syfte i undervisningen. Detta är också ett skäl till att jag bara undantagsvis går in på hur samma elev svarar på elevuppgifter och på andra skriftliga uppgifter vid de olika tillfällena som testerna genomfördes. Jag försöker heller inte att dra slutsatser om en elevs eller en grupp av elevers förståelse, som om det är något statistiskt. Mina resultat visar elevers olika sätt att förstå eller uttrycka sig, just när de svarade på den elevuppgift jag analyserat.

Nackdelen med skriftliga uppgifter är att det inte som vid intervjuer är möjligt att ställa uppföljande frågor, för att bättre förstå elevernas svar. En nackdel kan också vara att elevers förmåga att uttrycka sig i skrift påverkar hur svaret tolkas. Fördelen är att det är mer tidsbesparande, och jag har genom detta kunnat samla in och utvärdera alla elevers svar vid totalt sex testtillfällen. En annan fördel är att eleverna inte påverkas av intervjuarens sätt att ställa frågor eller reaktion på ett svar.

I några fall gör jag jämförelser mellan de olika elevgrupperna och hur de svarar. En sådan jämförelse är naturligtvis vanskelig eftersom det är olika elever med olika förkunskaper, förutsättningar och intresse. Ett annorlunda socialt samspel i klassrummet skulle också kunna ha betydelse. Mot bakgrund av min kontakt med klasserna uppfattade jag det sociala samspelet och stämningen i de båda klasserna som likartade. Trots detta har jag försökt vara restriktiv med att dra långtgående slutsatser om eventuella skillnader i resultat.

När det gäller lärarens kompetens har jag i huvudsak valt att basera analysen av denna på intervjuer med Stina. Skälet var att jag bedömde intervjuerna vara lämpligast, eftersom dessa genomförts vid samma tidpunkter i förhållande till undervisningen under båda de perioder som studien omfattar. Stinas dagboksanteckningar respektive min forskarlogg skrevs inte vid i förväg fastställda tidpunkter. Trots detta har jag i några fall utnyttjat Stinas dagboksanteckningar i denna analys. Det har gällt vid tillfällena när hon skrivit om något väsentligt som av någon anledning inte framgick vid intervjuerna. En mer komplett bild av hur Stinas ämnesdidaktiska kompetens förändrats hade förstås kunnat tecknas om jag utöver detta material också befunnit mig i klassrummet i större utsträckning. Det Stina berättar när det gäller hennes

undervisning skulle jag kanske uppfattat på annat sätt om jag alltid varit där vid just det tillfälle hon berättar om. Den långa period som vi haft kontakt med varandra och diskuterat undervisning i kombination med de besök i klasserna jag gjort, totalt ca 16 klocktimmar, gör att jag ändå tror att min analys visar ganska väl den utveckling Stina genomgått när det gäller de aspekter jag valt att beskriva.

För avhandlingens tredje fråga dvs. att beskriva Stinas undervisning, baseras analysen i första hand på Stinas dagboksanteckningar. Dessa kompletteras med den information jag fått genom intervjuerna med Stina och från min forskarlogg som innehåller mina reflektioner och minnesanteckningar från den kontakt vi haft, inklusive de besök jag gjort i Stinas klasser. Orsaken till att jag främst använt mig av Stinas dagboksanteckningar är att jag bedömt att det är dessa som, förutom mina klassrumsbesök, är de som är ”närmast” det som verkligen skett i klassrummet och den planering som föregått lektionerna, genom att Stina skrivit dem i nära anslutning till dessa. Jag anser också att de har ett relativt ”autentiskt” värde eftersom de skrivits utan min direkta inverkan. Om denna analys baserats på inspelade eller filmade dialoger mellan Stina och en eller flera elever eller om jag observerat fler lektioner hade förstås resultatet blivit mer detaljrikt och fördjupat och jag hade antagligen kunnat ge fler exempel. Min bedömning är dock att denna analys ändå ger en relativt god bild av de delar av Stinas undervisning som studien omfattar.

## 5.7 Etiska ställningstaganden och åtgärder

Denna studie baseras på vad andra människor säger och gör. Detta kräver en god etik och kunskap om lagstiftning och kutym, t.ex. Vetenskapsrådets etiska regler (Vetenskapsrådet, 2002), som jag följt i denna studie. Etiken handlar om hur jag bemöter de människor som min studie involverar när jag ”samlar in” min empiri. Etiken handlar också om hur jag hanterar de data jag fått att förvalta och utnyttja i min forskning och hur resultaten av min studie används och sprids. Etiken gäller också hur själva forskningen genomförs. Dessa olika etiska aspekter kan beskrivas i termer av infomerat samtycke, konfidentialitet, vilka konsekvenser den publicerade avhandlingen kan få för de inblandade samt forskarens roll (Kvale, 1997). I det följande diskuterar jag dessa i tur och ordning.

## **Informerat samtycke**

De personer som deltar i en studie som den här skall informeras om vad som görs och skall lämna sitt godkännande. Varje elev och vårdnadshavare informerades därför om projektet och lämnade sitt skriftliga godkännande av att eleven deltog i studien. I de fall eleverna inte fick filmas eller spelas in på band respekterades detta, liksom om elevers tester inte fick användas i forskningssyfte. När det gäller mitt förhållningssätt i klassrummet och i mina diskussioner och kontakter med läraren och eleverna har jag försökt behandla både barn och vuxna med respekt och att störa så lite som möjligt i klassrummet. Jag har också varit noga med att till de grupper som deltagit i studien ge återkoppling av det de bidragit till. Jag har för klasserna på olika sätt, efter det att alla data samlats in, visat och berättat om vad jag kommit fram till. Detta har varit viktigt för mig och rekommenderas också av Vetenskapsrådet (2002). Även om min forskning har det vällovliga syftet att öka kunskaperna om undervisning och lärande om livscyklar och det är lätt att motivera för föräldrar och barn, är det ändå elevernas svar, beskrivningar och arbete som utgör basen i mitt datamaterial.

Läraren Stina i min studie har lagt ner mycket tid och kraft på att dels skriva dagboksanteckningar, dels samtala med mig och också hela tiden gett mig impulser. Hon har också låtit mig fritt använda allt material som relaterar till detta. Utan detta hade förstås inte denna studie blivit möjlig. Trots att det har handlat om ett givande och ett tagande och att läraren utvecklats och lärt sig en hel del är det inte helt oproblemiskt för mig att jag bygger en stor del av min avhandling på hennes arbete. Stina har dock lämnat sitt informerade samtycke till detta. Hon har också, i enlighet med Vetenskapsrådets rekommendationer (Vetenskapsrådet, 2002), tagit del av ett preliminärt avhandlingsmanus och inte haft något att erinra mot publicering av ingående dagboksanteckningar och citat.

## **Konfidentialitet**

Konfidentialitet i forskning betyder att de data som redovisas skall vara avidentifierade. Det skall alltså inte vara möjligt för andra att identifiera den eller de personer som ingår i studien. I så fall måste denna person eller dessa personer godkänna detta. Samtliga namn som ingår i min studie är fingerade. Jag finner det därför osannolikt att någon skulle kunna komma fram till vilka personer det handlar om.

## **Konsekvenser**

Värdet av det förväntade kunskapsstillskottet i relation till möjliga negativa konsekvenser för de inblandade, både på kort och lång sikt skall alltid övervägas (Vetenskapsrådet, 2002). Jag har följt vetenskapsrådets etiska regler (information, samtycke, konfidentialitet och nyttjande) för de olika delar som ingår i min undersökning. Ändå kan jag förstås inte vara helt säker på att avhandlingen på sikt inte har några negativa konsekvenser för lärare och/eller elever.

De diagnostiska tester, skrivböcker eller annat, som utgör avhandlingens dataunderlag utgjorde en del av det vanliga undervisningsmaterialet som läraren tog del av. Eleverna var medvetna om att detta var avsett både för deras lärare och för min studie. När det gäller beskrivning och analys av resultat, torde detta inte innebära några nackdelar, eftersom det inte är sannolikt att en utomstående kan identifiera varifrån detta kommer. Om någon elev själv skulle känna igen ett citat från någon uppgift, är min förhoppning att detta inte skall vara negativt för denna elev. Inga negativa omdömen görs i texten.

När det gäller läraren är det omöjligt att bedöma eventuella konsekvenser på sikt. Även om Stina hela tiden varit med på att ingå i studien och godkänt användning av allt material och inte heller haft något att erinra mot analyser eller användning av citat från intervjuer eller dagböcker, kan man inte veta hur det kommer att påverka henne på sikt. Genom att jag haft en ständig dialog med Stina om detta anser jag dock att jag gjort allt som varit möjligt för att försäkra mig om att min avhandling inte skall komma att innebära någon nackdel för henne.

För att eleverna eller läraren inte skall framställas på ett negativt sätt har jag, när det gäller citat från elevtester, skrivböcker och lärarens dagbok och i förekommande fall justerat stavfel eller tydliga grammatiska felaktigheter. När det gäller citat från intervjuer har av samma skäl eventuella språkliga konstigheter, som uppstår genom att det talade språket framställs i skrift, justerats.

Min undersökning handlar om en lärares undervisning och vad eleverna lär sig och upplever. Resultatet har betydelse för lärarutbildningen och för lärares praktik. Min bedömning och förhoppning är att fördelarna därför uppväger de

eventuella nackdelar som avhandlingen skulle kunna innebära för de inblandade.

## **Forskarens roll**

Forskningsetik handlar om i vilken mån forskningen genomförs på ett forskningsmässigt korrekt sätt. Merriam (1998) skriver:

Since the researcher is the primary instrument for data collection, data have been filtered through his or her particular theoretical position and biases. Deciding what is important - what should or should not be attended to when collecting and analyzing data - is almost always up to the investigator. Opportunities thus exist for excluding data contradictory to the investigator's views. (Merriam, 1998, s. 216)

Kvale (1997) menar att "ett moraliskt forskningsbeteende är mer än etisk kunskap och kognitiva val: det omfattar även forskarens person, hennes känslighet och engagemang för moraliska frågor och handlingar" (Kvale, 1997, s. 111). Han tar också upp det vetenskapliga ansvaret som forskaren har så att ett forskningsprojekt ger värdefull kunskap som är så korrekt som möjligt. Detta har jag eftersträvat.



## 6. *UNDERVISNINGEN OCH HANDLEDNINGEN*

I detta kapitel beskriver jag undervisningens praktiska innehåll. Stinas planering och genomförande av undervisningen kommer att framgå av kommande resultatkapitel.

Stina planerade i huvudsak sin undervisning själv. Hennes planering påverkades dock initialt av kompetensutvecklingsprojektet hon ingick i, min handledning och delar av den utvecklingsguide om växters och djurs livscyklar som jag nämnt i avsnitt 1.5. I det följande redogör jag kort för dessa olika influenser.

### 6.1 Kompetensutveckling och utvecklingsguider

Läsåret 2002/2003 samt läsåret 2003/2004 deltar Stina i det kompetensutvecklingsprojekt som nämns inledningsvis och vars syfte var att öka lärarnas kompetens att undervisa och utvärdera undervisning i naturorienterade ämnen (NO) i skolår 1-5. Detta drevs i form av en kurs som sträckte sig över två år på kvartsfart och innebar 5 dagträffar/termin på universitetet och undervisning i den egna klassen. På kursträffarna diskuterades de förslag till utvecklingsguider som skrivits av projektgruppen med utgångspunkt från kursplanemålen i skolår fem. Dessa innehåller forskningsresultat om elevförståelse och undervisning om det aktuella området. Avsikten med guiderna är att läraren med hjälp av naturvetenskaplig ämnesfördjupning och aktuell didaktisk forskning inom området ska stimuleras till att bedriva en kritiskt reflekterande undervisning utifrån egna idéer och beprövad erfarenhet där formativ utvärdering utgör ett viktigt inslag. Till varje guide hör också förslag på diagnostiska uppgifter. Vid varje tillfälle prövades delar av utvecklingsguidernas innehåll också praktiskt. Varje lärare hade en personlig handledare som besökte läraren i klassen bland annat när den planerade undervisningen ägde rum.

Den första delen av den studie som denna avhandling bygger på genomfördes således medan denna fortbildning pågick. Undervisningen om livscyklar blev

ett av de undervisningsområden som Stina genomförde som en del i kurskraven, vårterminen 2003. Den andra studien (2006) startade ett halvår efter det att kompetensutvecklingsprojektet avslutats.

## 6.2 Handledning

Under detta projekt fungerade jag som Stinas handledare, liksom under de båda studier som ingår i avhandlingen. Viktiga ingredienser i min handledning var:

- att stimulera till formativ utvärdering för att tydliggöra elevernas funderingar och förståelse, för att göra det möjligt att anpassa den fortsatta undervisningen med ledning av detta
- att stimulera till reflektion över undervisningen genom att skriva dagbok och i denna lyfta fram den formativa utvärderingen
- att diskutera det naturvetenskapliga innehållet
- att bistå med forskningsbaserad kunskap om elevuppfattningar om aspekter av växters och djurs livscyklar
- att hjälpa till med frågor som hur de olika växterna och djuren skulle skötas eller när de olika stadierna i deras livscyklar skulle kunna tänkas inträffa.

Däremot deltog jag inte direkt i planeringen av undervisningen, men gav råd och lämnade synpunkter på denna när jag ombads att göra det. Detta kunde innebära diskussioner av såväl ämnesfördjupande karaktär när det gällde det biologiska innehållet, elevers förståelse av olika aspekter av livscyklar, formativ utvärdering, och metodiska/praktiska frågor som gällde de levande växterna och djuren.

## 6.3 Utvecklingsguide om biologiska livscyklar

Stina använde till viss del den utvecklingsguide om livscyklar som utvecklats tillsammans med lärare som deltagit i kompetensutvecklingsprojektet, som inspiration och stöd i sin planering (Andersson & Nyberg, 2006). Innehållet i guiden är det som beskrivs i avsnitt 6.1. När det gäller undervisningsinnehåll

om biologiska livscyklar finns det ett flertal förslag på studier av levande organismer vars tillväxt, utveckling och eventuellt förökning kan följas. I guiden ingår också i viss utsträckning förslag på hur man kan samtala med barnen om det som observeras. Innehållet i guiden utgår från den begreppsanalys som beskrivits i avsnitt 3.2 och från kursplanemålen för skolår 5, liksom de övergripande läroplanmålen och kan delas in i de teman som beskrivs i avsnitt 5.3, dvs.

- vad som är levande/inte levande
- befruktningsbegreppet
- träd och örter sexuell reproduktion och samband mellan växters blommor och fruktbildning
- insekters reproduktion och livscyklar

## 6.4 Det praktiska innehållet i undervisningen

De praktiska moment som ingick i undervisningen både 2003 och 2006 var studier av tillväxt och utveckling av ärt- och bönplantor, studier av lövsprickning och blombildning på träd i närheten av skolan, spyflugans metamorfos (fullständiga förvandling) respektive diskussion om vad som är levande och inte.

För samtliga dessa undersökningar fick varje elev egna växter respektive småkryp att ta hand om och observera utvecklingen av. Undervisningen utgick från dessa undersökningar och återkommande diskussioner om dem ägde rum i helklass och i smågrupper. Eleverna skulle också på olika sätt dokumentera och beskriva hur de skötte om sina växter och småkryp och hur de utvecklades.

När det gäller användning av levande växter och djur, skiljer sig detta något mellan de båda undervisningsperioderna. Våren 2003 studerade eleverna utöver de arter som beskrivs nedan också artemiers<sup>30</sup> tillväxt och förökning. Våren 2006 genomfördes dissekering av ej färdigutvecklade spyflugors puppor. Detta gjordes inte 2003.

---

<sup>30</sup> Ett saltvattenlevande litet kräftdjur (Artemia Salina)

Nedan beskrivs de aktiviteter som undervisningen i huvudsak utgick ifrån.

### *Vad är levande?*

Eleverna fick fundera över om några olika föremål var levande. 2003 fick eleverna brickor med några olika fröer för att diskutera detta. 2006 genomfördes en mer omfattande övning med fler alternativ, som stearinljus och potatis, makaroner, leksaksbilar, cornflakes och chips. Diskussionerna genomfördes då både i smågrupper och i helklass. En overhead med den elevuppgift som ingår i elevtesterna användes 2006 som underlag för diskussionerna och Stina gick igenom kriterierna för vad som räknas som levande.

### *Spyflugan*

Eleverna lade några spyflugelarver (s.k. maggots) var i plastpåsar med luft, som placerades på en sval och skuggig plats i klassrummet. Larvernas metamorfos, via puppstadium, till färdigaflugor studerades, men läraren talade avsiktligt inte i förväg om vad som skulle hända. Förvandlingen tog 2-3 veckor. Variationen beror på larvernas ålder och på temperaturen i rummet. När flugorna kläckts, gick hela klassen ut tillsammans och släppte ut de flygfärdiga flugorna utomhus. Denna undersökning kompletterades 2006 med att eleverna med hjälp av skalpeller fick öppna puppor som aldrig kläckts (förmodat döda), för att undersöka hur de såg ut inuti.

Under den första undervisningsperioden 2003 gjorde de istället efter det att flugorna släppts ut, gruppvis en plansch med illustrationer av flugans hela livscykel, inklusive parning och äggläggning. Under den andra perioden (2006), fick eleverna en gruppuppgift med skriftliga instruktioner från Stina. Dessa innebar att eleverna gruppvis klistrade lappar med flugans olika stadier beskrivna i rätt ordning. Därefter skulle de enskilt beskriva livscykeln skriftligt och också i denna beskrivning svara på hur de upplevt undersökningen av spyflugans metamorfos och när de släppte ut den färdiga flugan. Eleverna fick specifika frågor om hur äggen kommer till, liksom om larvens ursprung.

I utvecklingsguiden poängteras vikten av att diskutera flugans hela livscykel, eftersom de inte levereras som ägg och eftersom det kanske inte är självklart för eleverna att det befruktade ägget uppkommer genom parning.

### *Ärtor och bönor*

Eleverna fick några ärtor eller bönor var och ombads fundera över varifrån de kom och sådde sedan några stycken i en kruka. Växternas utveckling observerades därefter och beskrevs av eleverna i sina skrivböcker. De skulle ta ansvar för sin egen kruka under den period på ca 8 veckor som det tar för en ärtväxt att utvecklas och få nya baljor med frön (ärtor). Ärtan/ärtorna gro snabbt och behöver sedan vattnas ofta och så småningom stagas upp med blompinnar. Flera elever tog under båda undervisningsperioderna hem sina växter under påsklovet för att inte riskera att de skulle vissna. De flesta hann få ärt- eller bönbaljor med nya ärtor på sina plantor under studien 2003. Alla fick detta 2006. Några sådde de nybildade ärtorna både 2003 och 2006, men bara någon lyckades 2003 få dessa nya att gro och börja få en andra generationens ärt- eller bönplanta. Ingen av de bildade ärtorna grodde våren 2006.

### *Studier av lövsprickning och blombildning*

Denna övning gick under benämningen ”Grenen”. Eleverna fick gruppvis uppdraget att under våren studera en gren på träd i skolans närhet. Tanken var att de skulle observera lövsprickning och blombildning samtidigt som eleverna lärde sig känna igen några olika slags träd. Detta var en utveckling av den ”fröjakt” för att studera frukter och frön i naturen, som nämns i utvecklingsguiden. Under 2003 studerade eleverna i grupper om två en gren och beskrev utvecklingen, så som den uppfattades, genom att rita bilder som klistrades fast på en mindre plansch. Under 2006 gjordes observationerna i större grupper och uppgiften var denna gång att initialt rita och måla ett träd i betydligt större format och därefter på detta träd rita hur grenar och knoppar utvecklades.



## 7. VAD LÄR SIG OCH UPPLEVER ELEVERNA?

I detta kapitel redovisas resultaten av mina analyser av hur elever förklarar fenomen som har med växters och djurs livscyklar att göra. Jag redovisar också resultatet från min analys av hur eleverna beskriver sina observationer, samt ger exempel på hur de svarar på frågor om sina upplevelser av sådana växter och djur som ingår i undervisningen. Kapitlet avslutas med en sammanfattning av de huvudsakliga slutsatserna samt en resultatdiskussion.

### 7.1 Elevuppgifterna

Resultatredovisningen följer de fyra teman som bygger på den inledande begreppsanalysen (Se avsnitt 5.3). Motiven till de olika uppgifterna återfinns i avsnitt 5.3. Elevuppgifternas utformning framgår av bilaga 1. De är där ordnade i enlighet med följande beskrivning.

#### **Levande/inte levande**

Elevernas uppfattningar om levande respektive inte levande prövades med en uppgift. På ett A4-ark fanns tolv tecknade bilder. Eleverna skulle kryssa över de bilder som inte visade något levande. Till varje bild hörde också en bildtext.

VAD ÄR LEVANDE?

Kryssa över de bilder som inte visar något levande.

Resultaten visas i tabell 7.1

Tabell 7.1. Vad är levande? Andel elever (%) som anger föremålen som levande. FT= förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

Bild som föreställer	Skolår 5, 2003			Skolår 5, 2006		
	FT n=46	ET n=41	FET n=45	FT n= 23	ET n=25	FET n=23
Fluga	98	100	98	100	100	96
Snigel	100	100	98	100	100	96
Flugsvamp	91	90	96	78	100	91
Tall	96	98	96	83	100	91
Maskros	91	95	91	91	100	91
Kålrot	91	85	87	78	92	74
Vitlök	80	66	71	61	76	74
Frö	80	76	80	74	92	83
Solen	72	41	51	43	36	39
Ljuslåga	48	46	49	48	24	22
Lastbil	4	5	2	9	0	0
TV, som är på	2	2	7	4	0	0

Växterna anges alltså inte alltid som levande, däremot djuren. Detta ändras inte efter undervisning. Av de icke levande föremålen markeras solen och ljuslågan som levande av flera elever. Utgångsläget skiljer sig mellan grupperna. Det är en signifikant högre andel av eleverna 2003, som före undervisningen markerar solen som levande, än det är i elevgruppen 2006.<sup>31</sup> Andelen elever som markerar ljuslågan som inte levande är ca hälften för båda elevgrupperna före undervisningen. Det blir inga signifikanta förändringar före och efter undervisning. För undervisningsgruppen 2006 är det i stort sett samma elever som anger att ljuslågan är levande från eftertest till fördröjd test, liksom att det är alla utom en på förtesten som svarar på samma sätt på eftertesten.

<sup>31</sup> För skillnaden mellan FT 2003 och FT 2006 för SOLEN gäller att  $p = 0,043^*$  ( $Chi^2$ -test).



## Växters förökning och livscyklar

### Träd och örter

#### Den gamla eken

##### DEN GAMLA EKEN

I en skog finns en enda ek. Sent på hösten faller en kraftig storm den gamla eken. Finns det en chans att det växer upp en ny ek? Förklara hur du tänker!

(Det finns en bild med en nedfallen ek med nästan alla sina rötter i luften.)

Resultatet framgår av tabell 7.2. I huvudsak svarar eleverna att det kan växa upp en ny ek, antingen ”om det finns några rötter kvar” eller ”om trädet hade några frön/ekollon”. Knappt hälften av eleverna i båda elevgrupperna ger ett svar som motsvarar kategorin ”frön/ekollon ger ny ek” i förtesten. Direkt efter undervisning och ett halvår efter undervisning är det en större andel elever i elevgruppen 2006 som ger ett ”frösvar” jämfört med 2003.<sup>32</sup> Det är ingen skillnad mellan båda elevgruppernas förtestresultat för denna kategori.

---

<sup>32</sup> För kategori D gäller för skillnaden mellan eftertesterna för de båda elevgrupperna 2003 och 2006 att  $p = 0,02^*$  ( $Chi^2$ -test). För skillnaden mellan de fördröjda eftertesterna för de båda elevgrupperna 2003 och 2006 gäller att  $p = 0,04^*$  ( $Chi^2$ -test). Skillnaden mellan förtesterna för denna kategori är inte signifikant.

Tabell 7.2. Den gamla eken. Andel elevsvar (%) för olika kategorier. FT=förtest, ET=eftertest, FET= fördröjt eftertest. Årskurs 5, 2003 och 2006.

KATEGORI	EXEMPEL PÅ SVAR	2003			2006		
		FT n=46	ET n=41	FET n=45	FT n=23	ET n=25	FET n=23
A. JA/NEJ utan motivering	- Det finns nog en chans att den växer upp igen, men jag vet inte hur.	0	5	0	4	0	0
B. RÖTTER GER/SKULLE KUNNA GE EN NY EK. Nytt träd uppstår.	- Om en del av rötterna sitter kvar i marken, så kommer dom kanske att gro på nytt, och då växer det upp en ny ek.	41	27	31	26	12	13
C. RÖTTER OCH/ELLER FRÖN/EKOLLON GER NY EK.	- Ja, rötterna sprider sej eller så kommer det att ramla av små frön som sätter sej i jorden.	9	12	4	4	0	0
D. FRÖN/EKOLLON GER NY EK.	- Ja! Det kan växa upp en ny ek därför den kan ha spridit frön och då växer det upp en ny ek.	39	44	40	48	76	70
E. ÖVRIGT	- Jag tror inte att det kan växa upp en ny ek för att eken som fällt är död och kan inte föröka sig.	4	10	11	17	12	13
F. VET INTE/EJ BESVARAT		7	2	13	0	0	4

Bland de elever som ger ett svar som sorterats i kategorin ”Frön/ekollon ger ny ek” ger de flesta ett svar som enbart innehåller resonemang om frön. Det går därför inte att avgöra om de tänker sig att det är trädets ekollon som är/innehåller ekens frö. Denna andel är störst bland de elever som har undervisning 2006 (drygt 1/3), både före och efter undervisning. Exempel på sådana svar är:

- Ja, det finns det, för det kommer ekfrön och växer upp till en ny ek. (FET, 2006, pojke)
- Jag tror eken hade frön i sig och dom fröna ramlade ut när eken föll. Och jag tror att det kommer en ny. (FT, 2006, flicka)

Det finns också en mindre grupp av elever som enbart nämner ekollon i sina svar, frö nämns då inte som begrepp:

- När eken ramlar omkull så skakas en massa ekollon av och om något ekollon slår rot blir det ju en ek! (FET, 2003, pojke)

Ett fåtal uttrycker explicit att ekollon är/innehåller trädets frö/frukt och ger en ny ek. Denna andel är något större för elevgruppen 2006 än 2003:

- Ja, eken har ju ekollon som den tappar och det är ekens frön. Om något ekollon hamnar i jorden så kan det växa upp till en ny ek. (FET, 2003, flicka)

Några av eleverna gav svar som innehöll en teori om att frön finns i trädens rötter. Dessa svar kategoriserades i "Övrigt-kategorin" eftersom de bara var ett fåtal i dessa elevgrupper, men de ger ändå anledning till didaktiska reflektioner.

Det är möjligt att del kan ha tolkat frågan som om det handlar om huruvida ett nytt träd kan växa upp på samma plats. Detta skulle i så fall kunna vara en orsak till några av svaren som hänförts till "rotkategorin", alltså de som resonerat om rötter. Kanske hade några elever också svarat annorlunda om det nedfallna trädets rötter inte alls nuddat marken på bilden, alltså om det varit tydligt att trädets rötter helt slitits upp.

### ***Hur förökar sig...?***

HUR FÖRÖKAR SIG?

Stryk under det du tror!

EN RÖNN	Med rötter	Med frön
EN ÄRTPLANTA	Med rötter	Med frön
EN SOLROS	Med rötter	Med frön

När det gäller ärtplanta och solros strök nästan alla under "Med frön" både före och efter undervisning, liksom ett halvår efter avslutad undervisning, se tabell 7.3. För rönnen svarade ungefär hälften "med frön" och ungefär hälften "med rötter" både före och efter undervisningen.

## Kapitel 7

Tabell 7.3. Hur förökar sig...? En rönn, en ärtväxt, en solros? Andel elevsvar (%) för olika alternativ (åk 5, 2006).

<i>HUR FÖRÖKAR SIG...?</i>	FT n=23	ET n=25	FET n=23
EN RÖNN?			
Med rötter	57	40	39
Med frön	35	52	57
Ej svar	9	8	4
EN ÄRTVÄXT?			
Med rötter	4	0	0
Med frön	87	96	100
Ej svar	9	4	0
EN SOLROS?			
Med rötter	17	4	9
Med frön	74	92	91
Ej svar	9	4	0

## Blomma-frukt

### Var blir det ärtskidor?

ÄRTSKIDAN

Lucas, Sofia och Lotta undersöker en ärtskida.

De funderar över var på en ärtväxt som det blir ärtskidor.

Sofia: Det växer ut ärtskidor bara där det först har varit en blomma.

Lucas: Det växer inte ut ärtskidor där det har varit en blomma. Blomman vissnar bort. Ärtskidor växer ut från andra ställen på en ärtväxt.

Lisa: Jag tror att det kan bli ärtskidor både där det har suttit blommor och på andra ställen på ärtväxten.

Vem har rätt?

Förklara ditt kryss-svar!

Resultatet på denna fråga framgår av tabell 7.4.

Tabell 7.4. Ärtskidan. Andel (%) av elevsvar för de olika alternativen. FT=förtest, ET=eftertest, FET= fördröjt eftertest. Uppgiften ingick inte vid förtesten 2003.

Svarsalternativ	Årskurs 5, 2003			Årskurs 5, 2006		
	FT n=46	ET n=41	FET n=45	FT n= 23	ET n=25	FET n=23
Vid blomma	-	80	76	52	76	87
På andra ställen	-	7	11	17	8	0
Både och	-	12	13	30	12	13
Ej svar	-	0	0	0	4	0

Bland eleverna som hade undervisning 2006 var det hälften som valde ”Vid blomma” - alternativet, innan undervisning. Efter undervisning var det 3/4 som valde detta alternativ. Andelen var något högre ett halvår efter avslutad undervisning. Skillnaden mellan förtest och fördröjt eftertest 2006 är signifikant.<sup>33</sup> För eleverna 2003 finns alltså inget förtestresultat, men efter undervisningen är andelen likartad som för eleverna 2006.

Det var skillnad i hur eleverna motiverade sina svar i de båda elevgrupperna. 2003 var det ett fåtal som direkt efter undervisningen refererade till sina egna erfarenheter, medan drygt hälften av eleverna på eftertesten 2006 motiverade sitt val av alternativ med att de sett det på sina egna ärtväxter.

### **Blåbärsriset**

#### BLÅBÄRSRISET

Anna, Fredrik och deras lärare tittar på blåbärsris i skogen.

- Se här, säger Anna. Det har redan blivit blåbär på riset. Fast de är inte blå ännu utan röda.

- Nej, säger deras lärare. Det är inte blåbär utan blåbärsblommor. Fina va?

- Det är lite lustigt att blåbärsblommorna är så lika blåbär, säger Fredrik. Men har egentligen blommorna något att göra med blåbären?

Vad skulle du svara på Fredriks fråga?

Svaren på denna öppna fråga, kategoriserades i enlighet med tabell 7.5.

<sup>33</sup> För alternativet VID BLOMMA gäller för skillnaden FT-FET att  $p = 0,024^*$  ( $Chi^2$ -test).

Tabell 7.5. Kategorier med exempel på elevsvar för uppgiften om blåbärsriset.

KATEGORI	EXEMPEL PÅ ELEVSVAR
A. DET ÄR OKLART VILKET SAMBAND ELEVEN AVSER MELLAN BLOMMA OCH BLÅBÄR. (Här ingår även de som skriver att det inte finns ett samband)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jag vet inte riktigt men jag tror inte det.</li> <li>- Blommorna växer och sedan blir det blåbär.</li> <li>- Om det inte blir någon blomma blir det inga blåbär.</li> </ul>
B. BLÅBÄRET UTVECKLAS VID BLOMMAN - KONSTATERANDE ELLER BESKRIVNING. (Här skriver eleven uttryckligen att blåbäret kommer från blomman.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blommorna har att göra med blåbären för att där blommorna är där växer blåbären!</li> <li>- Blommorna spricker säkert så småningom och blir blåbär.</li> </ul>
C. BLÅBÄRET UTVECKLAS VID BLOMMAN – FÖRSÖK TILL BIOLOGISK ORSAKSFÖRKLARING.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bina tar pollen och ger till dom andra blommorna och det blir blåbär</li> <li>- Jo. Innan det blir blåbär så blir det en blomma. Det måste komma ett bi och ge näring innan det kan bli något utav det.</li> <li>- Ja, när blomman blir befruktad blir det ett blåbär.</li> </ul>
VET EJ/EJ BESVARAT/EJ MOTIVERAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kolla i en växtbok.</li> <li>- Jag har inte den blekaste aning.</li> </ul>

Resultatet framgår av figur 7.1. Inget resultat finns från förtesten 2003, eftersom uppgiften tillkom under denna undervisningsomgång. Eftertesten 2003 visade att knappt 40 % av eleverna ger en biologisk förklaring till att det finns ett samband mellan blomma och bär. På eftertesten 2006 ger drygt 50 % av eleverna en biologisk förklaring till att blåbäret utvecklas vid blomman, jämfört med ca 5 % innan undervisning.

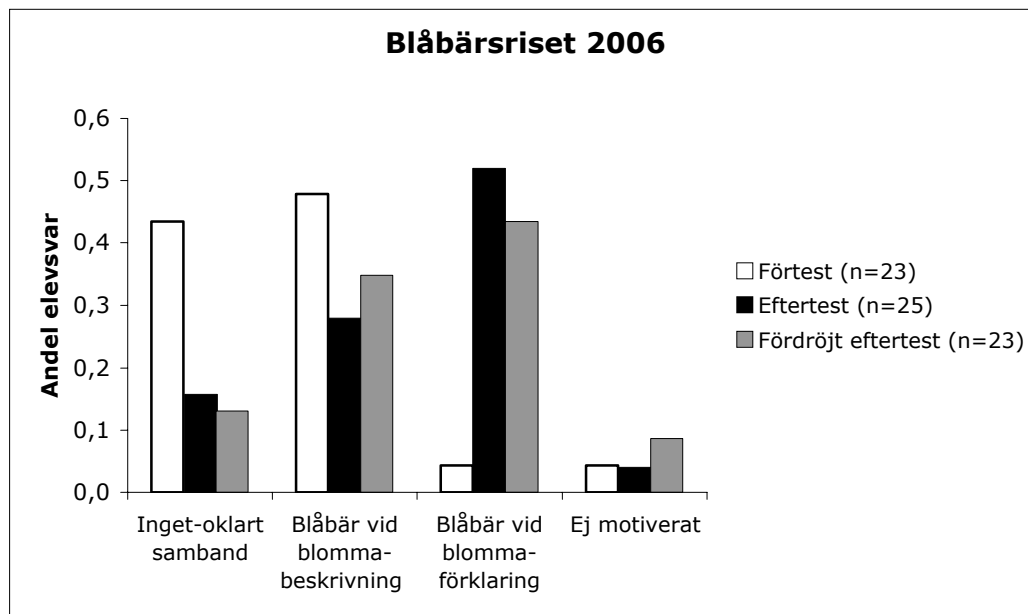
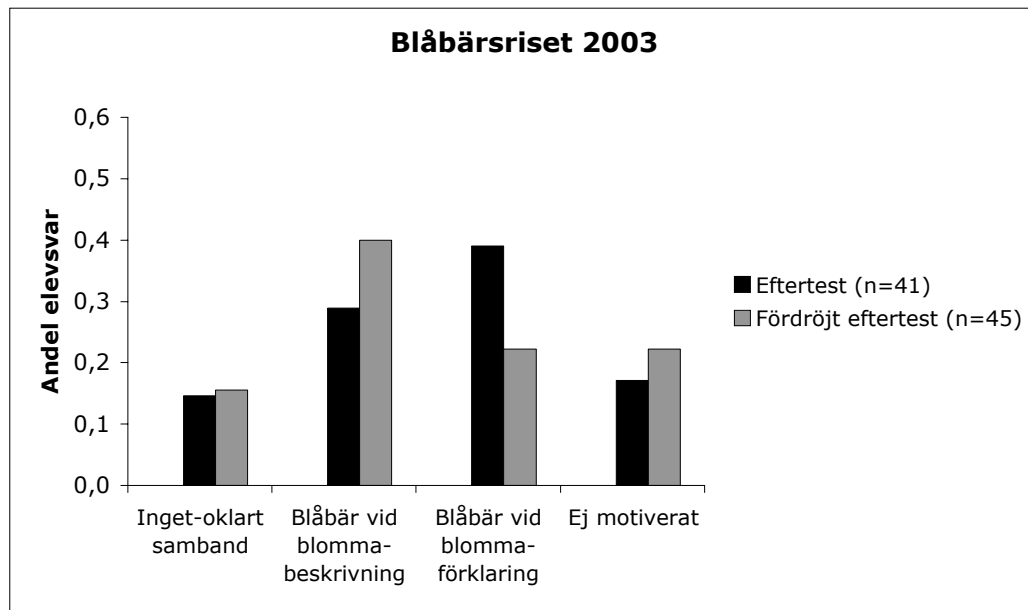


Fig 7.1. Andel elevsvar per kategori 2003 respektive 2006 för "Blåbärriset".

På den fördröjda eftertesten 2006 svarar drygt 40 % av eleverna på detta sätt och denna skillnad är också signifikant jämfört med förtesten.<sup>34</sup>

### En generell modell?

En del av elevsvaren antyder att eleverna kan ha utvecklat en generell modell för hur växters frukt- och frösättning kan gå till. Framförallt gäller detta

<sup>34</sup> För elevgruppen 2006 gäller för kategorin BLÅBÄR VID BLOMMA - FÖRKLARING, att för skillnaden FT-FET är  $p = 0,006^{**}$  och för skillnaden FT-ET att  $p = 0,0009^{***}$  ( $Chi^2$ -test).

eleverna för undervisningsomgången 2006. Några elever skriver uttryckligen på eftertesten och på den fördröjda testerna att de relaterar till andra växter:

Ja det har blommorna. För först blir det en pollinering sedan blir det blåbär! Det är som med alla andra växter och träd. (ET, 2006)

Samma sak som med äpplena. (FET, 2006)

Ja det är blomman som gör att det kommer ett blåbär. Det är likadant som med äppelträdet. Det kommer honpollen på handelen av blomman och poff! Så börjar det växa ett blåbär. (2003, ET)

Ja det har det. Det är ju nästan så med alla växter. Först blommor, sen blåbär. (2003, FET)

### **Blommans kronblad blir blåbärets skal**

Bland svaren finns också exempel som kan betyda att eleven menar att den sambladiga kronan så småningom blir blåbärets skal, dvs. att blomman utgör det omogna blåbäret. Några exempel från elevgrupperna 2003 och 2006:

Först blir det blommor och när det sedan växer/gror då blir det ett moget blåbär. Så nu är blåbäret bara omoget.

Blommorna spricker säkert så småningom och blir blåbär

Blommorna blir blåbär efter en stund när de är klara tror jag /.../

### **Växter och frön<sup>35</sup>**

Från vilken del av en växt utvecklas frön? (Ringa in!)

- A. Blomma
- B. Blad
- C. Rot
- D. Stam

Av tabell 7.6 framgår dels att hälften av eleverna på förtesten svarar ”rot” och hälften svarar ”blomma”. Efter undervisningen och ett halvår därefter svarar de flesta ”blomma”. Skillnaderna mellan förtestresultatet och efterföljande testtillfällen för detta alternativ är signifikanta<sup>36</sup>. Förtestresultatet är i nivå

<sup>35</sup> Denna uppgift användes i TIMSS-undersökningen 1994-1995 (International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), 1997). Egen översättning.

<sup>36</sup> För alternativet BLOMMA för skillnaden FT-FET gäller att  $p = 0,004^{**}$  och för FT-ET att  $p = 0,007^{**}$  ( $Chi^2$ -test).



med det internationella medelvärdet vid TIMSS-undersökningen 1994-1995, för lägre åldrar (ca 9 år).

Tabell 7. 6. Var utvecklas frön? Andel svar per alternativ i procent. Internationellt resultat på denna fråga från TIMSS-undersökningen redovisas också. FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest

Svarsalternativ	Skolår 5 2006		
	FT n=23	ET n=25	FET n=23
A. Blomma	48	88	91
B. Blad	0	8	0
C. Rot	48	0	9
D. Stam	4	0	0
E. Ej svar	0	4	0

## Pollinering och befruktning

### **Bikupan**

#### BIKUPAN

Kerstin pratar med sin granne Lilian. Lilian berättar att hon gjort i ordning en bikupa på sin tomt. Bra, säger Kerstin. Då kan jag nog få lite mer äpplen än jag brukar på mina träd!

Vad har Lilians bikupa att göra med hur mycket äpplen det blir på Kerstins träd?

Resultatet av kategoriseringen av elevernas svar framgår av tabell 7.7. Denna visar att vid förtesttillfället hade de flesta elever ganska vaga uppfattningar om binas roll för pollinering och fruktsättning. Elevernas svar uppvisar dock både variationsrikedom och kreativitet när det gäller att försöka ge en förklaring till vilket samband det finns mellan bikupan och mängden äpplen på träden.

Innan undervisningen startar är det både 2003 och 2006 en grupp elever som ger ett svar som innebär att bina skadar äpplena, blommorna eller träden på

olika sätt<sup>37</sup>. När det finns en bikupa på tomten håller bina till där istället för att orsaka skada, skriver dessa elever. Knappt några elever ger sedan denna typ av svar, vare sig direkt efter undervisningen eller ett halvår senare. En ganska stor grupp, 30 % 2003 och 17 % 2006, ger inte något svar alls. Resten av elevernas svar på förtesten innehåller en beskrivning som innebär att bina aktivt på något sätt ökar mängden blommor eller äpplen på träden. Det kan handla om att bina ger näring till äppleträden eller äppleblommorna, eller att något överförs mellan blomma och bi.

---

<sup>37</sup> Dessa har kanske sett getingar äta på fallfrukt eller annan mat och gör därför denna koppling.

Tabell 7.7 Andel elevsvar (%) per kategori för ”Bikupan”. FT=förtest, ET= eftertest, FET=fördröjt eftertest. Årskurs 5 2003 och 2006.

KATEGORI	EXEMPEL PÅ SVAR	2003			2006		
		FT (46)	ET (41)	FET (45)	FT (23)	ET (25)	FET (23)
<b>A. BINA ÄTER/SKADAR ÄPLENA</b>	- Jag tror att det är för att Bina äter upp hennes äpplen. Alltså menar Kerstin att hon får mera äpplen eftersom bina vill hellre vara i Lilians bikupa med massor av söt honung.	15	0	4	22	4	0
<b>B. BINAS AKTIVITET HAR NÅGOT ATT GÖRA MED ATT DET BLIR ÄPLEN (ej specificerat samband)</b>	- Bina åker till blommorna på äppelträdet så dom gör att det går fortare.	7	0	7	13	4	0
<b>C. NÅGOT ÖVERFÖRS MELLAN BLOMMA OCH BI. (Nektar, honung, näring eller pollen)</b>	- Bina suger nektar från trädets blommor. Där bina har sugit där blir det äpplen sedan på sommaren. - Bina ger näring till blomman som gör att det blir mer äpplen.	15	15	11	22	12	17
<b>D. BINA BEFRUKTAR BLOMMAN.</b>	- Bina hjälper till att befrukta blommorna.	4	5	9	4	16	13
<b>E. BINA ÖVERFÖR NÅGOT FRÅN BLOMMA TILL BLOMMA. ÄPLEN BILDAS. (Oftast pollen, men också nektar/ näring/ annat)</b>	- Bina tar näring från en blomma på äppelträdet och tar till en annan blomma på ett annat träd och på den blomman växer det ut nya äpplen.	2	41	24	4	16	39
<b>F. FÖRSÖK TILL MODELL MED HAN- OCH HONENHETER.</b>	- När bina suger nektar från en blomma på äppelträdet och sedan flyger till en annan så blandas dom olika pollen som finns i blommorna.	7	20	16	0	0	4
<b>G. POLLEN FRÅN STÅNDARE TILL PISTILL. (Här ingår även de som beskriver fröbildning som ett resultat av befruktning, men inte skriver om äpplen.)</b>	- Bina suger nektar på blommorna på trädet och åker till ett annat äppleträd med pollen på sig och då trillar pollenet av och åker ner i pistillen och då skapas ett frö.	0	5	0	0	44	4
<b>H. ÖVRIGT</b>	- Kanske att bina ger träden näring så att dom växer och blommar mer mm.	20	5	7	17	4	17
<b>I. EJ MOTIV./EJ BESV.</b>	- Jag vet inte.	30	10	22	17	0	4

### Många har förstått principen

Efter undervisningen 2003 ger ca 40 % av eleverna svar som visar att de förstått principen (kategori E), dvs. att något överförs från blomma till blomma med hjälp av bl.a. bin, men de vet inte alltid vad som överförs eller sambandet mellan det som överförs och bildandet av äpplen. Skillnaderna mellan förtest och de båda eftertesterna är signifikanta.<sup>38</sup> Exempel på denna typ av svar är:

När bina sätter sig på en äppelblomma så fastnar det lite pollen på biet och när den åker till en annan blomma, så lossnar det pollen i blomman och så blir det äpplen. (ET, 2003, pojke, kat. E)

När Lilian har placerat bikupan så flyger det bin och sätter sig på blomman och suger nektar från blomman och på bakbenen fastnar det pollen och sen flyger biet till en annan blomma och den blomman får all pollen som biet har på bakbenen och då bildar det ett äpple, efter som det är flera bin på tomten går det mycket snabbare. (ET, 2003, pojke, kat. E)

Bina åker till en äppelblomma på äppelträdet och suger nektar. Då fastnar det pollen på biet sedan flyger den till en annan blomma och suger nektar där då blir blomman typ "befruktad" och så småningom blir det ett äpple. (FET, 2003, kat. E)

En del elever skriver, utöver att det framgår att de förstått principen om hur pollineringen går till, också om olika han- och honenheter, eller något som tyder på att de avser detta (kat. F). Några elever nämner också ståndare och pistiller, men då oftast med detaljer som inte är korrekta eller som är ofullständiga. Exempel på denna typ av svar:

När äppelträdet blommar så kommer de bin för att suga nektar. Då fastnar det hon och hanpollen på biet. När biet flyger till nästa blomma så kommer det hanpollen på ståndaren (hondelen på blomman) och honpollen på pistillen (handelen på blomman). Då börjar det växa en frukt. (ET, 2003, pojke, kat. F)

Kerstin vill att bina ska komma och sätta sig på en äppelblomma som är en hane och då får den med sig massa frön från hanen och så flyger den till honan och då blir det fler äpplen. (ET, 2003, pojke, kat. F)

### Svåra termer och begrepp

Det är tydligt att det är svåra termer och begrepp som ingår i biologins sätt att förklara det samband som finns mellan i det här fallet mängden äpplen och bin. Nektar och näring, pollen och frön, pollinering och befruktning är ord och begrepp som ofta blandas ihop när eleverna försöker använda dessa för att

---

<sup>38</sup> För kat. E gäller för skillnaden FT-FET 2003 att  $p = 0,004^{**}$  och för skillnaden FT-ET att  $p = 2 \times 10^{-5}^{***}$  ( $Chi^2$ -test).

förklara hur det hänger ihop. Före undervisningen är följande typ av svar vanliga, både 2003 och 2006 (Kat. C):

- För att bina tar ju nektar från blommorna och det är ju blommorna som blir äpplen så ju mer blommor så mer äpplen! (FT, 2006, flicka, kat. C)
- Jag tror att bina kommer och att suga näring från blomman och då kommer det kanske snabbare upp äpplen. (FT, 2006, pojke, kat. C)
- Jag vet inte, men kanske har det något att göra med att bina tar nektar från blommorna, och att maskarna inte vågar visa sig?!? (FT, 2003, flicka, kat. C)

Här framkommer också en idé som också återkommer i andra svar: att bina på något sätt gör att det blir fler blommor och att det därför blir mer äpplen.

### **Mer detaljerade och omfattande svar 2006**

När det gäller 2006 svarar många av eleverna på liknande sätt som ovan, ett halvår efter undervisningen (kat.G)<sup>39</sup>. Direkt efter undervisningen däremot ger 44 % av dessa betydligt mer detaljerade och oftast också mer omfattande svar (kat. G.), än eleverna 2003 gjorde. Skillnaderna är signifikanta<sup>40</sup>. Eleverna skriver detta år att pollen överförs från ståndare till pistill med hjälp av bin och de har anammat orden ”pollen” eller ”ståndare” och ”pistill” och lärt sig använda dem på ett biologiskt korrekt sätt. Hälften av eleverna ger svar med en omfattning av över 50 ord. Nästan 40 % av eleverna ger svar som omfattar 60-100 ord. På förtesten var svaren däremot ganska kortfattade, ca 20-30 ord för de flesta. Vid den fördröjda eftertesten ger betydligt färre elever ett omfattande svar.

En jämförelse mellan elevsvaren 2003 och 2006 ger alltså en ganska likartad svarsbild på förtesten. Däremot är skillnaden för eftertesten och på den fördröjda eftertesten märkbar när det gäller svarens omfattning. Som illustration, följer här ett exempel på en elevs svar 2006, som bedömts tillhöra kategorin för de biologiskt mest avancerade svaren (kat. G), enligt resonemanget ovan, på eftertesten och kategori F på den fördröjda testen 2006. Förtestsvaret redovisas också:

Förtest: Jo bin flyger från blomma till blomma och samlar på sig nektar sen när de kommer till ett äppleträd så flyger de till en blomma och då blir den befruktad. (Kat. E) – 30 ord.

---

<sup>39</sup> För kat. E gäller för skillnaden mellan FT och FET 2006 att  $p = 0,012^*$  ( $Chi^2$ -test).

<sup>40</sup> För kat. G gäller för skillnaden mellan FT och ET 2006 att  $p = 0,001^{***}$  och för skillnaden mellan ET 2003 och ET 2006 att  $p = 0,0004^{***}$  ( $Chi^2$ -test).

- Eftertest: Ett bi från bikupan kommer eller flyger till äppleträdet och suger nektar från blommorna. Eftersom den flyger till fler blommor på träden så för den pollen med sig. När ett bi sätter sig på en blomma och suger nektar så fastnar det pollen på biet. Åker den till fler än en blomma så kommer det pollen på de andra blommorna så har det skett en pollinering. Så kommer det på pistillen, så åker den ner till en cell så har de skett en befruktning och då börjar det växa ett äpple. (Kat. G3) – 91 ord.
- Fördröjd test: För bin åker från blomma till blomma så fastnar det pollen på biet och när den åker till en blomma så befruktas den så börjar det att växa ett äpple. (Kat. F) – 30 ord.

### **Sammanfattning av resultaten för bikupan**

Den öppna frågan om bikupan med syfte att ta reda på i vilken mån eleverna kände till att bin behövs för pollinering, uppvisade alltså en relativt stor skillnad på eftertesterna mellan 2006 och 2003, när det gällde hur eleverna beskrev detta. 2003 var det efter undervisningen 40 % av eleverna som gav ett svar som innebar att de hade en uppfattning om att bina var bra för äppleproduktionen, och att bina överförde något från blomma till blomma. Det kunde dock vara både pollen, nektar/näring eller annat. 2006 var det samma andel elever, dvs. 40 % som nu istället gav ett betydligt mer detaljerat svar på denna fråga: Deras svar innehöll beskrivningar av att pollen överfördes från ståndare till pistill. Här ingick även de som beskrev fröbildning som ett resultat av befruktning, men som inte skrev om äpplen specifikt. Slående var också hur så gott som alla svarade med långa och utförliga beskrivningar. Ett halvår efter avslutad undervisning var det dock bara en elev som svarade på ett sådant detaljerat sätt, istället svarade nu de flesta i enlighet med den kategori som var störst på eftertesten 2003.

## Pollenkornen

POLLENKORNEN

Sofia, William och Anna diskuterar sin senaste lektion. Deras lärare har berättat att när bin suger nektar ur en blomma på ett äppelträd så fastnar det pollen på biet. När biet besöker nästa blomma, så överlämnas en del av detta pollen till den nya blomman. Det gör att det blir ett äpple. Barnen undrar varför.

Sofia:                      Pollenet ger blomman näring. Då kan det bli ett äpple av blomman.

William:                    Pollenet är ett frö som det blir ett äpple av när det får växa i blomman.

Anna:                        Pollenet måste förena sig med en annan del av blomman. Pollenet och den andra delen tillsammans är början till ett äpple.

Vem har rätt? Sätt kryss!

Resultatet på denna flervalsfråga visas i tabell 7.8.

Tabell 7.8. Pollenkornen. Andel elevsvar (%) per alternativ för årskurs 5, 2006. FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

Svarsalternativ	2006		
	FT n= 23	ET n=25	FET n=23
A. Pollenet ger blomman näring. Då kan det bli ett äpple av blomman	35	4	22
B. Pollenet är ett frö som det blir ett äpple av när det får växa i blomman.	48	8	22
C. Pollenet måste förena sig med en annan del av blomman. Pollenet och den andra delen tillsammans är början till ett äpple.	9	76	43
D. Ingen har rätt	9	4	4
E. Ej svar	0	8	9

Det är alltså fler elever som kryssar i alternativet att pollenet måste förena sig med en annan del av blomman för att det skall kunna bli ett äpple, omedelbart efter undervisningen än före. Ett halvår efter undervisningen har denna andel minskat till 43 %, men det är ändå fortfarande signifikant fler som ger detta alternativ än det var före undervisningen.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> För alternativ C ger skillnaden mellan FT-FET att  $p = 0,02^*$  och skillnaden FT-FET ger  $p = 2 \times 10^{-6}^{***}$  ( $Chi^2$ -test).

## Befruktning

### Hur blir det en bebis?

#### HUR BLIR DET EN BEBIS?

Lisa, Olle och Lukas tittar på en bild av en spermie som håller på att simma in i ett ägg. De vet att spermier kommer från en man och att ägg finns i en kvinna. De vet också att spermier och ägg på något sätt gör att det blir en bebis.

Olle: Jag tror att en pytteliten bebis finns i huvudet på spermien. Då spermien kommer in i ägget får den pyttelilla bebisen näring från ägget och kan börja växa.

Lisa: Jag tror att den pyttelilla bebisen finns i ägget. Men det måste komma in en spermie som gör att den pyttelilla bebisen börjar växa.

Lukas: Det finns ingen pytteliten bebis i ägget och ingen i sädescellen. Det är när ägget och spermien smälter ihop som det blir början till en pytteliten bebis.

Vem har rätt?

Alternativet ”När ägg och spermie möts” valdes av de flesta elever vid samtliga testtillfällen, vilket också är det korrekta alternativet (se tabell 7.9).

Tabell 7.9. Hur blir det en bebis? Fördelning av elevsvar (%) på olika alternativ, åk 5. FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

Svarsalternativ	2003			2006		
	FT n=46	ET n=41	FET n=45	FT n= 23	ET n=25	FET n=23
A. Finns i spermien	15	5	4	26	4	9
B. Finns i ägget	15	7	9	17	4	9
C. När ägg o spermie möts	63	88	84	39	88	83
D. Ingen har rätt	7	0	0	17	4	0
E. Ej besvarat	0	0	2	0	0	0



### ***Fiskarna som parar sig***

#### FISKARNA SOM PARAR SIG

Bilden visar två fiskar som parar sig. Honan lägger ägg, och hanen sprutar många, många spermier över äggen. Spermierna försöker simma in i äggen. Lisa, Olle, Lukas och Stina talar om bilden.

Simon: Jag tror att det finns en liten fiskbebis i en spermie. Då spermien kommer in i ägget får den lilla fiskbebisen näring från ägget och kan börja växa.

Elin: Jag tror att det finns en liten fiskbebis i ett ägg. Men det måste komma in en spermie i ägget som gör att den lilla fiskbebisen börjar växa.

Malin: Det finns ingen liten fiskbebis i ägget och ingen i spermien. Det är när ägget och spermien förenas som det blir början till en liten fiskbebis.

Filip: Det finns en liten fiskbebis i spermien. Av den blir det en fiskhanne. Det finns också en liten fiskbebis i ägget. Av den blir det en fiskhona.

Vem har rätt?

Resultatet, som framgår av tabell 7.10. liknar resultatet på den tidigare

Tabell 7.10. Varifrån kommer fiskbebisen? Fördelning av elevsvar (%) på olika alternativ, åk 5, för ”Fiskarna som parar sig”. FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

Svarsalternativ	2003			2006		
	FT n=46	ET n=41	FET n=45	FT n= 23	ET n=25	FET n=23
A. I spermien	9	2	4	35	8	13
B. I ägget	37	15	16	35	12	13
C. När ägget och spermien förenas	50	80	73	26	72	70
D. Spermien blir fiskhane. Ägget blir fiskhona.	2	0	2	4	0	4
E. Ingen	2	0	0	0	8	0
F. Ej besvarat	0	2	4	0	0	0

uppgiften om hur en bebis blir till. Det är signifikant fler i båda elevgrupperna som anger alternativet ”När ägget och spermien förenas” både direkt efter undervisningen och ett halvår efter.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Skillnaden mellan de båda elevgruppernas förtestresultat är inte signifikant, varför de båda gruppernas ”utgångsläge” kan betraktas som likartat. För alternativ C, 2003, gäller för skillnaden mellan FT-FET att  $p = 0,038^*$  och FT-ET att  $p = 0,006^{**}$  ( $Chi^2$ -test). För 2006 gäller för skillnaden mellan FT-FET att  $p = 0,008^{**}$  och FT-ET att  $p = 0,004^{**}$  ( $Chi^2$ -test).

## Djurs förökning och livscyklar

### *Hur blir det flugor?*

HUR BLIR DET FLUGOR?

Jonas, Erik, Eva och Lisa diskuterar hur det blir flugor.

Jonas: Jag tror att flugor föder små flugbebisar, som växer och blir stora flugor.

Erik: Jag tror att flugor lägger ägg. De kläcks till småflugor, som växer och blir stora flugor.

Eva: Jag tror att flugor lägger ägg. De kläcks till larver, som sedan blir puppor. Av pupporna blir det stora flugor.

Lisa: Jag tror att det blir flugor av ruttet kött och ruttan fisk.

Vem har rätt?

Resultatet framgår av fig. 7.2. För båda elevgrupperna valde den största delen av eleverna på respektive eftertest det korrekta alternativet. 2006 valde alla elever det korrekta alternativet på eftertestet<sup>43</sup>. Eleverna svarar i stor utsträckning likartat ett halvår senare. Det är inga signifikanta skillnader mellan de båda elevgruppernas förtestresultat.

---

<sup>43</sup> För båda elevgrupperna är skillnaden mellan förtestresultat och de båda eftertestresultaten för det korrekta alternativet signifikanta ( $Chi^2$ -test). För 2003 gäller för FT - FET att  $p = 1,9 \times 10^{-5}$  och för FT - ET att  $p = 1,3 \times 10^{-9}$ . För 2006 gäller för FT - FET att  $p = 9,9 \times 10^{-8}$  och för FT - ET att  $p = 6,2 \times 10^{-9}$ .

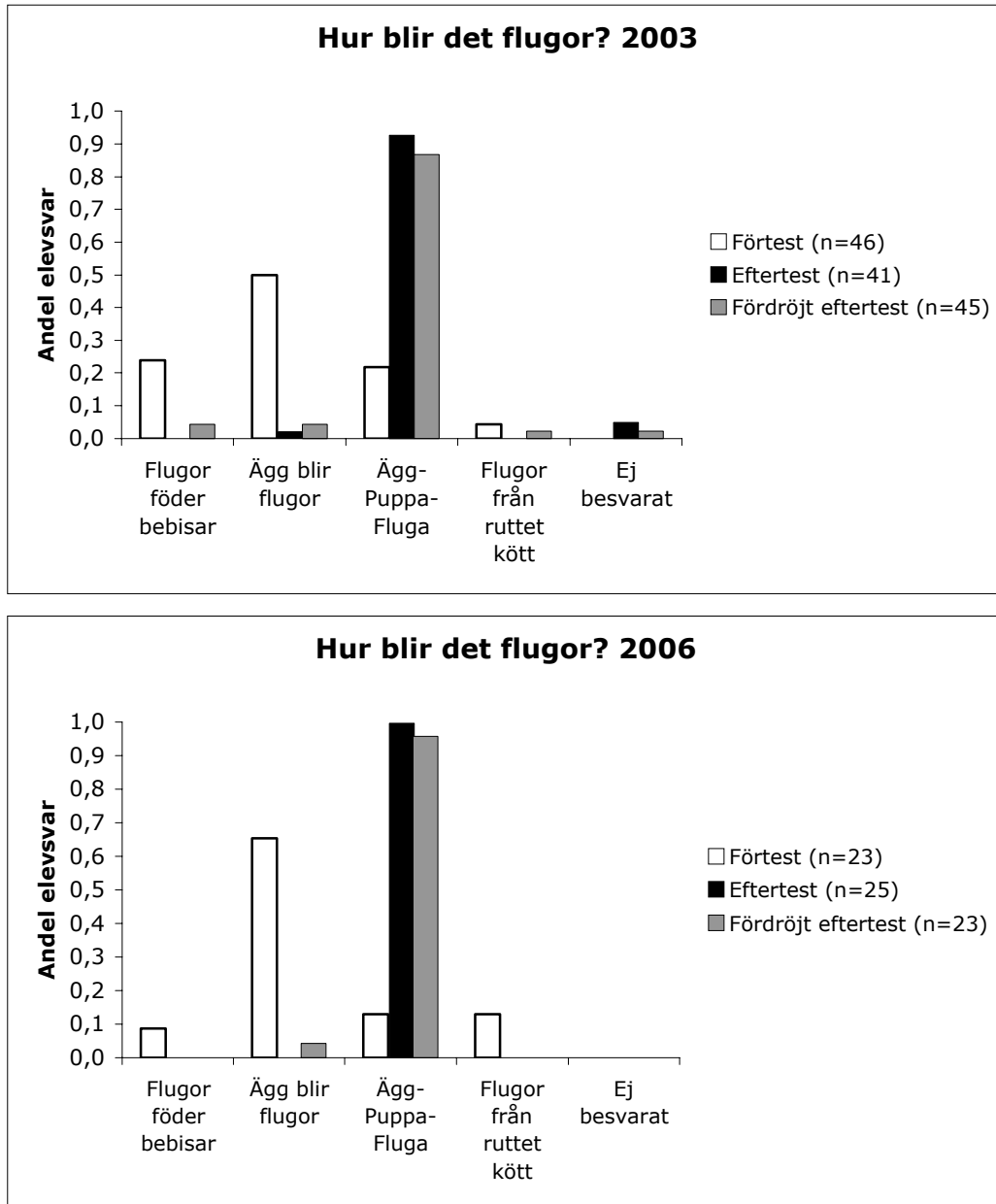


Fig. 7.2. Andel elevsvar (%) per alternativ för uppgiften ”Hur blir det flugor?”

**Mjölbaggelarverna****MJÖLBAGGELAVERNA**

Fredrik har 10 mjölbaggelarver i en plastask med lock. Det är små hål i locket. Larverna kryper omkring bland hushållspapper. De får havregryn att äta.

Efter några dagar finns det bara 6 mjölbaggelarver i Fredriks ask. De kryper omkring och ser ut så här. (Bild på en larv)

Det finns också 4 saker som Fredrik inte riktigt vet vad det är. De ligger helt stilla och ser ut så här (Bild på en puppa). Fredrik kallar dem för ”konstiga sakerna”.

Hur skulle du förklara för Fredrik vad som har hänt?

Är de konstiga sakerna levande? (Sätt kryss) Ja Nej

Hur tänkte du då du satte ditt kryss?

Eleverna svarar på denna fråga enligt tabell 7.11.

Tabell 7.11. Vad är de ”konstiga sakerna”? Fördelning (%) av elevsvar på alternativ, 2006, årskurs 5. FT=förttest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

<i>SVARSKATEGORIER MED EXEMPEL PÅ SVAR</i>	2006		
	FT n= 23	ET n=25	FET n=23
<b>A. ”Puppa” – art ej specificerad</b>	17	36	22
- Larven har blivit en puppa.			
- Larverna har fått en pansar typ som skyddar de medan de utvecklas.			
<b>B. ”Puppa” blir mjölbagge</b>	13	28	17
- Larverna har blivit puppor. De håller på att utvecklas till mjölbaggar.			
- Mjölbaggelarverna blir puppor, i den utvecklas dom.			
<b>C. ”Puppa” blir fjäril</b>	22	0	17
- Larverna håller på att bli fjärilar. Då virar dom in sig i nått (jag vet ej vad det är). Sen kommer dom ut och är fjärilar.			
- Larverna har utvecklats till puppor och kommer sedan bli fjärilar.			
<b>D. ”Puppa blir fluga”</b>	0	16	26
- Att larverna har blivit puppor och kommer snart bli flugor			
- Att mjölbaggarna har förändrats till nästan levande flugor och att dom är inte döda det är bara att dom har förändrats.			
<b>E. ”Puppa” blir annat/vad som helst</b>	0	16	13
- Larverna har blivit puppor alla larver blir det efter ett tag, och när dem varit puppor så blir dem fjärilar eller flugor eller något annat.			
- 4 av de 10 mjölbaggelarverna har utvecklas och ligger i - ett skal, sen när de kläcks så kanske det blir en fluga, eller fjäril.ex!			
<b>F. Annan förklaring</b>	35	0	0
- Det kan vara ägg, som är nyfödda, som inte kan röra på sig riktigt än.			
- Mjölbaggarna har nog rymt i hålen som han hade i locket.			
<b>G. Vet ej/ej besvarat</b>	13	4	4

Hälften av eleverna uttrycker vid förtesten en idé om att det handlar om någon form av "förvandling", eller beskriver vad som finns i de "konstiga sakerna". Av dessa är det tre elever (1/10) som använder ordet "puppa" i sina beskrivningar av vad som hänt med larverna. Tre elever skriver att det är mjölbaggas som bildas, medan knappt 1/5 inte anger vad det är som bildas och drygt 1/5 skriver att de "konstiga sakerna" blir fjärilar. Drygt 1/3 ger en förklaring som inte har med larvens utveckling att göra.

På eftertesten skriver alla utom två att det bildats en puppa. Knappt 1/3 anger att det är mjölbaggas som bildas, att mjölbaggelarverna håller på att utvecklas, eller att mjölbaggelarverna har blivit puppor (Kat. B). Drygt 1/3 specificerar inte vad som bildas (Kat. A). Ingen skriver att det bildas fjärilar och inga förklaringar förekommer som inte har med larvens tillstånd eller utveckling att göra. Nytt är att några elever skriver att det skall bildasflugor av puppor.

Vid den fördröjda eftertesten skriver fortfarande de flesta av eleverna att de "konstiga sakerna" är puppor, men det är fler som nu anger att det bildasflugor och färre som skriver att det bildas mjölbaggas eller inte specificerar vad som bildas, än vad det var på eftertesten. Det är återigen några elever som skriver att det bildas fjärilar, men liksom på eftertesten är det inte någon av dem som anger en förklaring som inte har med larvens utveckling eller tillstånd att göra. Knappt hälften av eleverna använder nu ordet "puppa" i sina beskrivningar.

En kategori av elevsvar (kat. E) tyder på att dessa elever tänker sig att det inte är förutbestämt vilken typ av insekt som bildas ur en puppa, utan att det kan handla om både fjärilar,flugor och annat, eller att larvstadiet är ett slags djur och den färdigutvecklade insekten ett annat. Några exempel nedan:

De fyra andra mjölbaggarna som han kallade "konstiga sakerna" har nu blivit puppor för att förbereda sig på att bli något annat djur.

Larverna har blivit puppor alla larver blir det efter ett tag, och när dem varit puppor så blir dem fjärilar ellerflugor eller något annat.

För dom som ligger helt stilla, dom har absolut inte dött dom ligger där och väntar på att skalet ska öppna sig och att den mjölbaggen kan förvandlas till t.e.x en fluga, fjäril.

Andelen elever som efter undervisningen antingen inte specificerar att puppor skall bli mjölbaggas, eller som explicit uttrycker detta (kat. A+B),

ökar till eftertesten<sup>44</sup>, men sjunker igen till den fördröjda eftertesten. När det gäller de elever som anger att pupporna antingen kan bli fjärilar, flugor eller vad som helst (kat. C+D+E) är andelen ungefär densamma på förtesten (22%) som på eftertesten (32 %) men ökar till den fördröjda eftertesten (56 %)<sup>45</sup>.

### Är de ”konstiga sakerna” levande?

De flesta elever kryssade ”ja” på frågan om de ”konstiga sakerna” är levande eller inte, både före och efter undervisningen. Eleverna motiverar i stor utsträckning sina svar med en beskrivning av vad som sker med puppan eller refererar till den undervisning de haft och de erfarenheter de gjort under denna. På förtesten beskriver drygt 40 % vad som händer med ”den konstiga saken”, även om ordet ”puppa”, som tidigare nämnts, bara används av tre elever och en elev refererar till tidigare undervisning.

På eftertesten är det drygt 1/5 som refererar till sina erfarenheter från undervisningen och hälften som beskriver vad som sker med puppan.

På den fördröjda eftertesten, ett halvår efter undervisningen, har andelen elever som refererar till undervisningen minskat till drygt 1/10, medan andelen elever som ger en beskrivning av puppans utveckling, som motivering till varför de anser att den är levande, ökat till att omfatta 3/4 av eleverna. Några exempel:

För inne i puppan så håller larverna på att bli mjölbaggar. Och dom lever då, inne i puppan. Men puppan är inte levande. Bara larverna som är där inne.

Larverna blir en puppa och dom lever för sen kanske det blir ett annat djur, och då måste de ju leva.

De lever ju i den för de utvecklas. Jag tror att de sover där i samtidigt som de utvecklas.

---

<sup>44</sup> För skillnaden mellan förtest och eftertest för kat. A+B gäller att  $p = 0,018^*$  ( $Chi^2$ -test).

<sup>45</sup> För skillnaden mellan förtest och fördröjt eftertest för kat. C+D+E gäller att  $p = 0,034^*$  ( $Chi^2$ -test).

### Hur förökar sig...?

HUR FÖRÖKAR SIG?			
Stryk under det du tror!			
FLUGOR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
FJÄRILAR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
NYCKELPIGOR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
GRODOR <sup>46</sup>	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
FÅGLAR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte

Hur eleverna svarade framgår av tabell 7.12.

Tabell 7.12. Hur förökar sig...? Andel elevsvar (%) för olika alternativ (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

<i>HUR FÖRÖKAR SIG...?</i>	FT n=23	ET n=25	FET n=23
<b>FLUGOR</b>			
Parar sig	30	84	65
Parar sig inte	17	12	26
Vet inte	43	0	9
Ej svar	9	4	0
<b>FJÄRILAR</b>			
Parar sig	35	88	87
Parar sig inte	30	8	4
Vet inte	26	0	9
Ej svar	9	4	0
<b>NYCKELPIGOR</b>			
Parar sig	57	80	83
Parar sig inte	4	8	9
Vet inte	30	8	9
Ej svar	9	4	0
<b>GRODOR</b>			
Parar sig	61	88	96
Parar sig inte	4	4	0
Vet inte	26	4	4
Ej svar	9	4	0
<b>FÅGLAR</b>			
Parar sig	74	68	83
Parar sig inte	4	12	4
Vet inte	13	16	13
Ej svar	9	4	0

<sup>46</sup> Se fotnot avsnitt 5.3.

Före undervisning är det vanligast att eleverna svarar att fåglar parar sig och minst vanligt att de svarar att flugor och fjärilar parar sig. Ett halvår efter undervisning anger istället de flesta elever att samtliga djur som ingår i frågan parar sig. Andelen som svarar att fåglar parar sig har inte ökat efter undervisningen. Skillnaderna mellan förtest och fördröjt eftertest är signifikanta för alla djur, utom för nyckelpigorna och för fåglarna<sup>47</sup>.

## 7.2 Elevernas berättelser om växterna och småkrypen

I detta avsnitt redovisar jag min analys av vad eleverna skrivit i sina skrivböcker om sina odlingar av ärtplantor och i en särskild uppgift de haft om spyflugelarens livscykel. Avsnittet avser att ge ett delsvar på hur eleverna upplever sina studier av ärtplantan och spyflugans metamorfos. Analysen omfattar de elever som hade undervisning 2006.

### Ärtplantan

Antalet tillfällen som de 24 eleverna skrivit i sina skrivböcker varierar från 2 till 6. I medeltal handlar det om drygt 4 tillfällen/elev. De flesta elever (16) har gjort 4 dagboksnoteringar och däröver.

Som beskrivits i avsnitt 5.4 analyserades dagböckerna med avseende på förekomsten av anteckningar som handlar om estetiska och känslomässiga uttryck, uttryck för omsorg samt beskrivningar av det biologiska skeendet.

I 21 av de 24 skrivböckerna förekommer alla tre aspekter. Det finns inget eleverna skrivit som inte utgör delar av någon av dessa tre aspekter. De skriver mycket om sin omsorg om sin växt och de beskriver hur ärtplantan utvecklas och hur de upplever att ta hand om den. De ritar också, oftast mycket noggranna bilder, med måttangivelser. Stina ger skriftliga kommentarer i skrivböckerna: berömmar, ställer frågor och uppmuntrar flera att skriva mer. Nedan beskriver jag innehållet i de delar av elevernas reflektioner som ingår i varje aspekt och ger exempel.

---

<sup>47</sup> För skillnaden mellan förtest och fördröjt eftertest gäller för FLUGOR att  $p = 0,039^*$ , för FJÄRILAR att  $p = 0,0009^{***}$  och för GRODOR att  $p = 0,012^*$  ( $Chi^2$ -test).



### *Känslomässiga och estetiska uttryck*

De delar av elevernas skrivböcker som innehåller estetiska och känslomässiga omdömen utgörs framförallt av hur de upplever arbetet med sin ärtplanta. Dels handlar det om vad de tyckte om att så sina ärtor, dels om hur de upplever utvecklingen av sina ärtplantor. De uttrycker sig också till viss del estetiskt om sina plantor. Nedan följer några exempel.

Det är jätte kul att vattna den, och intressant för att man vill vakna nästa dag och kolla vad som har hänt. Det e super kul! ☺ (Flicka, åk 5, s. 2)

Det är intressant och spännande. Först tyckte jag det var jobbigt. Sen roligt att se vad som händer /.../ jag tycker om mina ärtor dom växer fort. Det är kul att se dom är fina och jag är glad. (Pojke, åk 5, s. 5)

Det här arbetet är göra skoj för det är spännande varje dag man kommer till skolan har de växt men det är mer spännande efter helgen för då har den växt så mycket. (Pojke, åk 5, s. 10)/.../ Jag tycker mina ärtor är söta för deras blad är så fina.

### *Omsorg*

Det elever skriver som ingår i denna aspekt handlar framförallt om hur de sköter sin växt. Det handlar om hur ofta de vattnar den, ger den stöd när den börjar bli gänglig och om hur de sköter om den hemma över påsklovet. Här ingår också att de berättar om hur växten mår.

Eleverna uttrycker omsorg ungefär varannan gång som de skriver om sina plantor. Nedan följer några exempel.

Jag tycker att arbetet är roligt, för att det är mysigt att ta hand om dom. (Flicka, åk 5, s. 2)

Jag vattnar min planta nästan varannan dag. För jag vill inte att dom ska dö. Jag brukar prata med dom så dom får syre eller nåt. (Flicka, åk 5, s. 3)

Jag har skött min bra jag vattnar den minst en gång per dag. Den mår väldigt bra. (Pojke, åk 5, s. 5)

### *Biologiska observationer*

Det elever skriver som ingår i denna aspekt handlar om hur deras ärtplanta växer, hur stor den har blivit, hur bladen ser ut, om det är fläckar på dem, om de är bruna etc. Varje elev har också inledningsvis skrivit en hypotes om vad de tror kommer att hända med deras planta. Denna hypotes ingår också i denna aspekt.

De flesta elever beskriver biologiska observationer varje gång de gör noteringar. Nedan följer några exempel:

Jag trodde att den bara skulle växa LITE, men nu är den rätt stor, jag tror att den växer c. 22 cm till sommaren. (Flicka, så 5, s. 2)

Min ärta är bara 2 cm hög men det beror på att jag planterade den senare än alla andra. Min ärta har vuxit mer än föra gången för då hade den inte vuxit någonting./.../Jag är intresserad av att veta hur ärtorna växer åt rätt håll. (Pojke, s. 7)

Mina växter har redan kommit upp! (Smile-tecken) det tog inte alls en månad utan bara 12 dagar för dem att bli 6-9 cm höga. Och om man vänder på krukans så ser man gör många rötter dem är vita och har hår fjun på sig. Pojke, så 5, s. 10)

### *Sammanfattning och kommentar*

Det framgår av denna analys att elevernas noteringar oftast handlar om hur plantan utvecklas, alltså om deras biologiska observationer och reflektioner. Nästan lika ofta skriver de om vad de tycker om att sköta sin ärtplanta eller om hur den ser ut eller känns. Något mer sällan ger de beskrivningar som handlar om deras omsorg om plantan. Genomgående är att eleverna i det de skriver, har en personlig relation till sina plantor. Att varje elev har en egen planta har säkerligen en stor betydelse för att det blir så. Man kan också notera att elevernas observationer väcker frågor hos dem.

Att dela upp elevernas utsagor är naturligtvis till nackdel för helhetsbilden av hur eleverna uttrycker sig, men det är ett sätt att försöka tydliggöra vad deras reflektioner handlar om. Deras anteckningar är oftast sammansatta av åtminstone två av dessa kategorier och ibland också av alla tre. Det är antagligen ett resultat av att Stina uppmanat eleverna att beskriva hur de upplever det de gör. Det ligger nära till hands att tänka sig att detta påverkar deras lust att skriva, men också kanske i viss mån vad de observerar.

## **Spyflugelarverna**

### *Estetiska och känslomässiga uttryck*

Uppgiften som eleverna genomförde efter det att de färdigutvecklade spyflugor släppts ut har beskrivits i avsnitt 5.2. I sina berättelser som utgår från skriftliga frågor som de fått från Stina, är det många som uttrycker känslomässigt engagemang i sina spyflugelarver, puppor och flugor. En del

tycker att det var tråkigt när de blev puppor, andra att det blev mer spännande då. Några exempel:

Det kändes kul att ta hand om larverna, för de rörde så mycket på sig. Pupporna var tråkiga att ta hand om, för de rörde inte på sig nånting. (Pojke, s. 2)

Det kändes kul att ta hand om larverna för de rörde så mycket på sig. Pupporna var tråkiga att ta hand om för de rörde inte på sig nånting.....Det var särskilt äckligt när man fick larverna. Det var särskilt häftigt att dissekera dem. (Pojke, s. 2)

Jag tyckte först att larverna var äckliga. Sen tyckte jag att dom var söta. Det var coolt att det händer så mycket med den innan den blir en fluga. (Flicka, s. 6)

### *Omsorg*

Alla, utom en, skriver att det var roligt att vara ”förälder” till larverna. De flesta skriver att det kändes bra att släppa ut flugorna, för att det var bra för dem att komma ut i det fria, men att det ändå var tråkigt, eftersom det hade varit roligt att ha dem kvar:

Att släppa ut dem var roligt men ändå ledsamt för jag ville ha kvar dem längre. (Flicka, s. 10)

När man släpper ut flugorna/flugan känns det skönt för man har gjort så att han får ett liv som fluga. (Pojke, s. 8)

Det var spännande och tråkigt att släppa ut dem för att jag undrar vad som händer med dem och jag ville gärna ha kvar dem lite längre för att studera dem. (Flicka, s. 8)

### *Biologiska observationer*

Utöver kommentarer om hur eleverna uppfattade arbetet och sina flugor har de också berättat om flugans livscykel. De flesta berättar om att flugorna parar sig, att honan (nämns ofta, men inte alltid) lägger ägg, som sedan kläcks till larver, som sedan blir puppor. Ett fåtal har varit tveksamma till varifrån larven kom. En elev visar att han har tillägnat sig en modell för djurs sexuella förökning:

Hmm...konstig fråga: Hur blir flugor till, Hehe! Hja, dem parar la sig. Som alla andra djur. Det krävs ju också hona och hane. (Elevberättelser, s. 9)

### *Sammanfattning och kommentar*

Av analysen framgår att ingen varit oberörd av uppgiften och att även om de inte tyckte att larverna var fina så verkar de ha tyckt om arbetsuppgiften.

De flesta skriver i dessa berättelser att det var roligt att vara ”förälder” till flugorna, liksom att det kändes bra att släppa ut flugorna i det fria, samtidigt som det var tråkigt att inte få ha dem kvar. Det finns många exempel på att eleverna engagerats känslomässigt i arbetet med flugorna och genomgående är att eleverna också utvecklat en relation till sina larver, puppor och sedermera flugor.

### 7.3 Elevernas upplevelser av de levande organismerna

I det följande redovisas analysen av de frågor som avsåg att i enkätform ta reda på elevernas omdömen om de levande organismerna. De flesta är flervalsfrågor, där det handlade om att ringa in det alternativ som stämde bäst med deras upplevelse. En fråga var öppen: ”Vad tycker du om krypen?” Samtliga dessa frågor fanns endast med under den sista undervisningsomgången, dvs. 2006.

#### Elevernas svar på frågor om småkryp

*Vad tycker du om att...?*

VAD TYCKER DU? RINGA IN DET SOM BÄST STÄMMER MED VAD DU TYCKER!

Om att titta på småkryp i plastpåsar eller burkar

*Mycket roligt*

*Ganska roligt*

*Tråkigt*

*Mycket tråkigt*

Resultatet framgår av fig. 7.3.

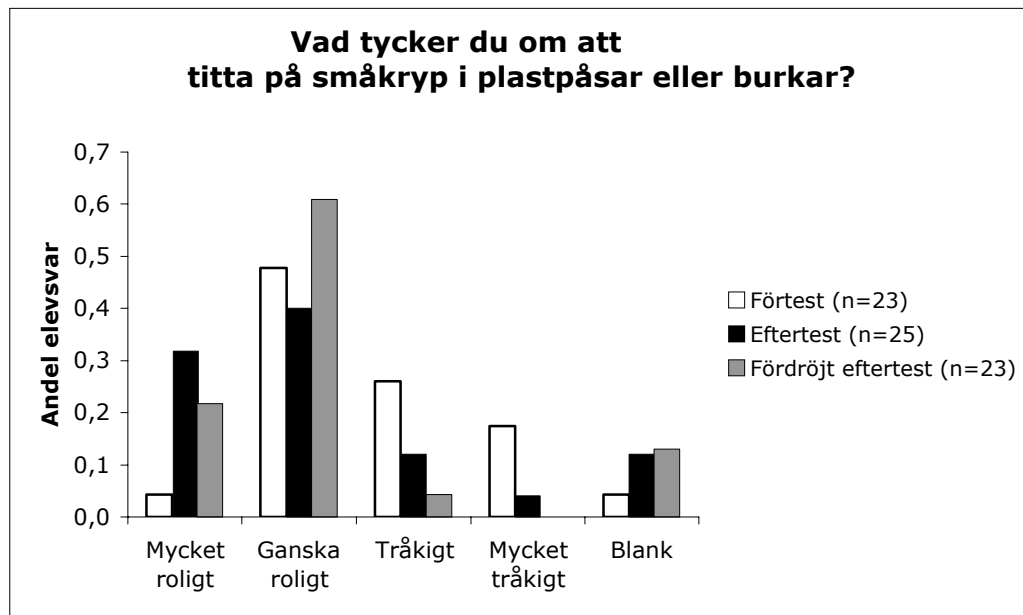


Fig.7.3. Andel elever (%) per alternativ, årskurs 5, 2006, för uppgiften ”Vad tycker du om att titta på småkryp i plastpåsar eller burkar?”

Det är fler som markerar ”mycket roligt” efter undervisningen än före. Denna skillnad är signifikant<sup>48</sup>.

### Hur är småkrypen<sup>49</sup>

RINGA IN DET SOM BÄST STÄMMER MED VAD DU TYCKER!

Tycker du att

BIN	är	läskiga/otäcka	häftiga/fina	varken/eller
SPYFLUGELARVER	är	läskiga/otäcka	häftiga/fina	varken/eller
MASKAR	är	läskiga/otäcka	häftiga/fina	varken/eller
FLUGOR	är	läskiga/otäcka	häftiga/fina	varken/eller
BIN	är	intressanta	ointressanta	varken/eller
SPYFLUGELARVER	är	intressanta	ointressanta	varken/eller
MASKAR	är	intressanta	ointressanta	varken/eller
FLUGOR	är	intressanta	ointressanta	varken/eller

<sup>48</sup> För skillnaden mellan FT och ET för alternativet MYCKET ROLIGT är  $p = 0,037^*$  ( $Chi^2$ -test).

<sup>49</sup> I denna avhandling används ”småkryp” som ett samlingsnamn för insekter, spindlar, kräftdjur och maskar

**Spyflugelarver**

Spyflugelarverna anges som häftigare ett halvår efter efter undervisningen än före (Se tabell 7.13). Det är ingen signifikant skillnad mellan andelen elever som svarar ”läskiga/otäcka” före respektive efter undervisningen. Däremot är det färre som anger alternativet ”ointressanta” ett halvår efter undervisningen än före<sup>50</sup>.

Tabell 7.13. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om spyflugelarver (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
SPYFLUGELARVER är			
läskiga/otäcka	52	28	30
häftiga/fina	4	24	35
varken/eller	43	48	30
blank	0	0	4
SPYFLUGELARVER är			
intressanta	17	24	39
ointressanta	65	56	30
varken/eller	17	20	30
blank	0	0	0

**Flugor**

Beträffande flugor, fördelar sig elevsvaren ganska lika mellan de olika alternativen när det gäller om de är ”läskiga”, ”häftiga” eller varken eller, och det är inga signifikanta skillnader före respektive efter undervisningen. (Se tabell 7.14).

<sup>50</sup> För SPYFLUGELARVER gäller för alternativet ”häftiga/fina” för skillnaden mellan FT – FET att  $p = 0,026^*$ . För alternativet ”ointressanta” gäller att  $p = 0,038^*$  för skillnaden mellan FT – FET ( $Chi^2$ -test).

Tabell 7.14. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om flugor (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
FLUGOR är			
läskiga/otäcka	26	12	9
häftiga/fina	48	40	39
varken/eller	26	48	52
blank	0	0	0
FLUGOR är			
intressanta	30	48	39
ointressanta	43	20	43
varken/eller	26	32	17
blank	0	0	0

### **Maskar**

När det gäller maskar markerar drygt 2/3 av eleverna ett halvår efter undervisning ”varken/eller” på frågan om de är ”läskiga” eller ”häftiga”. (Se tabell 7.15). Jämfört med andelen för detta alternativ på förtestet är denna andel dock inte signifikant.

Tabell 7.15. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om maskar (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
MASKAR är			
läskiga/otäcka	35	24	17
häftiga/fina	35	32	13
varken/eller	30	44	70
blank	0	0	0
MASKAR är			
intressanta	30	36	9
ointressanta	61	44	43
varken/eller	9	20	43
blank	0	0	4

### **Bin**

När det gäller bin och om de är ”läskiga” eller inte, fördelade sig elevernas svar ganska likartat mellan de olika alternativen, både före och efter

undervisningen (Se tabell 7.16). Inga skillnader mellan de olika testtillfällena är signifikanta.

Tabell 7.16. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om bin (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
BIN är			
läskiga/otäcka	48	32	39
häftiga/fina	39	28	26
varken/eller	9	32	30
blank	4	8	4
BIN är			
intressanta	65	52	52
ointressanta	30	44	26
varken/eller	4	4	22
blank	0	0	0

*Vad tycker du om krypen?*

VAD TYCKER DU OM KRYPEN?

Titta på krypen i burken! Beskriv vad du tycker om dem!

Här fick eleverna en petriskål (med lock) på sin bänk, med levande spyflugelarver i. De uppmanades att titta på krypen i burken och beskriva vad de tyckte om dem. Denna fråga hade placerats sist av samtliga testfrågor, för att inte elevernas övriga svar skulle påverkas av att de sett dessa larver. Svaren kategoriserades enligt matrisen nedan.



KATEGORIER	EXEMPEL ELEVSVAR
INGET POSITIVT: (Bara negativt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fula, läskiga och konstiga. Det ser ut som dom är döda. Dom är äckliga!</li> <li>- Blä! Jag gillar dem inte Äckligt de ser ut som maskar fast mindre.</li> <li>- Dom är äckliga, och dom ser läskiga ut dom är fula Usch! Det ser ut som om dom har två bruna ögon.</li> </ul>
NÅGOT POSITIVT: (Både negativt och positivt eller enbart positivt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jag tycker det lilla krypet är roligt och lite gulligt. Jag tycker de är fantastiska!</li> <li>- Dom var små och kröp och var söta!</li> <li>- Dom ser roliga ut när dom kryper runt.</li> </ul>

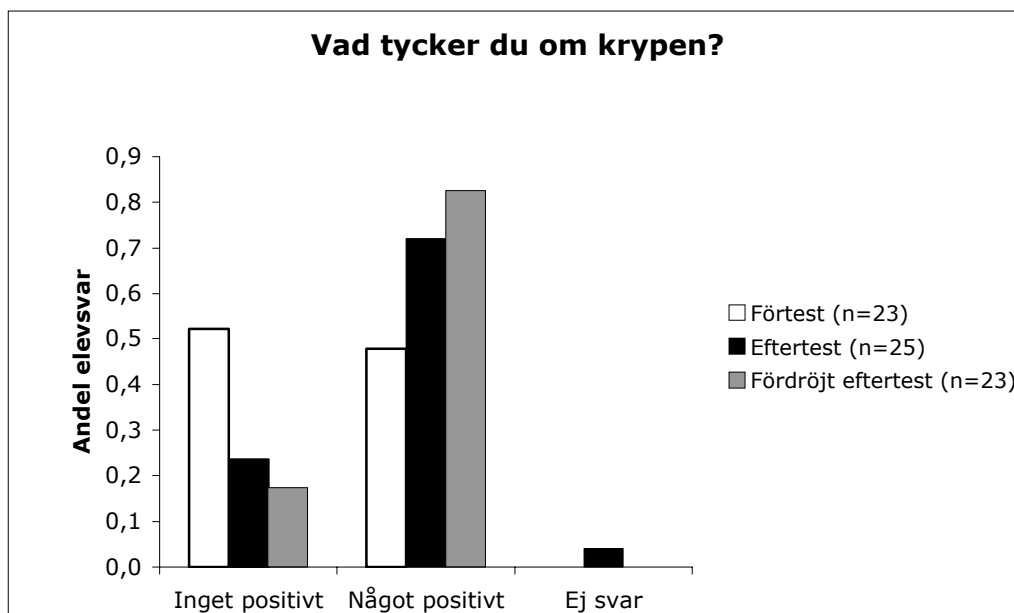


Fig. 7.4. Andel elevsvar (%) per alternativ 2006, årskurs 5, för uppgiften "Vad tycker du om krypen?"

Av figur 7.4. framgår att det är fler som uttrycker sig med något positivt omdöme efter undervisningen än före. Skillnaden mellan förtesten och den försröjda eftertesten är signifikant för detta alternativ. Det är i motsvarande grad färre som inte uttrycker något positivt<sup>51</sup>. I tabell 7.16 ges exempel på några elevers omdömen från förtest till fördröjt eftertest.

<sup>51</sup> För kategorin NÅGOT POSITIVT gäller att  $p = 0,030^*$  för skillnaden mellan FT - FET ( $Chi^2$ -test). För alternativet INGET POSITIVT gäller att  $p = 0,030^*$  för skillnaden mellan FT - FET ( $Chi^2$ -test).

Tabell 7.16. Exempel på elevers svar, vid de olika testtillfällena, på frågan ”Vad tycker du om krypen?” FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

<i>ELEV</i>	<i>TEST</i>	<i>KATEGORI</i>	<i>ELEVSVAR</i>
51	Förtest	Inget positivt	Jag tycker dom ser konstiga och äckliga ut. För dom rullar och ser alldeles stenhårda ut. Jag tycker inte om dom så mycket!
51	Eftertest	Något positivt	Jag tycker dom är ganska äckliga men dom är också lite roliga. Men i dom så är det typ nåt svart/brunt. Det ser äckligt ut.
51	Fördröjd	Något positivt	Dom ser ganska äckliga ut när man först ser dom men dom ser ganska intressanta ut, dom ser inte ut att ha det så roligt så det är samtidigt synd om dom.
33	Förtest	Något positivt	Äckliga! fula! Lite intressanta
33	Eftertest	Inget positivt	Jag tycker att dom ser ut som bajskorvar som är vitt. Slajmiga, äckligt vita. Rör på sig. BLÄ!
33	Fördröjd	Något positivt	Coola på något konstigt sätt, kan ej vara stilla. Olika färger. Tuffa att det finns rosa.

### Vad tycker eleverna om träd och örter?

Några frågor i förtesten, eftertesten och på den fördröjda eftertesten konstruerades för att försöka ta reda på elevernas uppfattningar om de växter de skulle komma i kontakt med eller hade kommit i kontakt med i undervisningen om livscyklar. Det handlade om att ge omdömen angående blåbärsblommor, träd- och blomknoppar och äppleblommor. Eleverna ombads också svara på en fråga om sin inställning till att plantera och så frön, liksom till att titta på blad och blommor på våren.

*Plantera och titta på blad och blommor*

VAD TYCKER DU? RINGA IN DET SOM BÄST STÄMMER MED VAD DU TYCKER!

Om att plantera och så fröer

*Mycket roligt      Ganska roligt      Tråkigt      Mycket tråkigt*

Om att vara ute och titta på blad och blommor på våren

*Mycket roligt      Ganska roligt Tråkigt      Mycket tråkigt*

För frågan ”Vad tycker du om att plantera och så frön?” markerade nästan hälften av eleverna ”mycket roligt” direkt efter undervisningen. Skillnaden mellan förtest och eftertest är dock inte signifikant. Ett halvår efter avslutad undervisning, såg svarsbilden ut som före undervisningen, dvs. nästan 3/4 angav alternativet ”Ganska roligt” (Se fig.7.5).

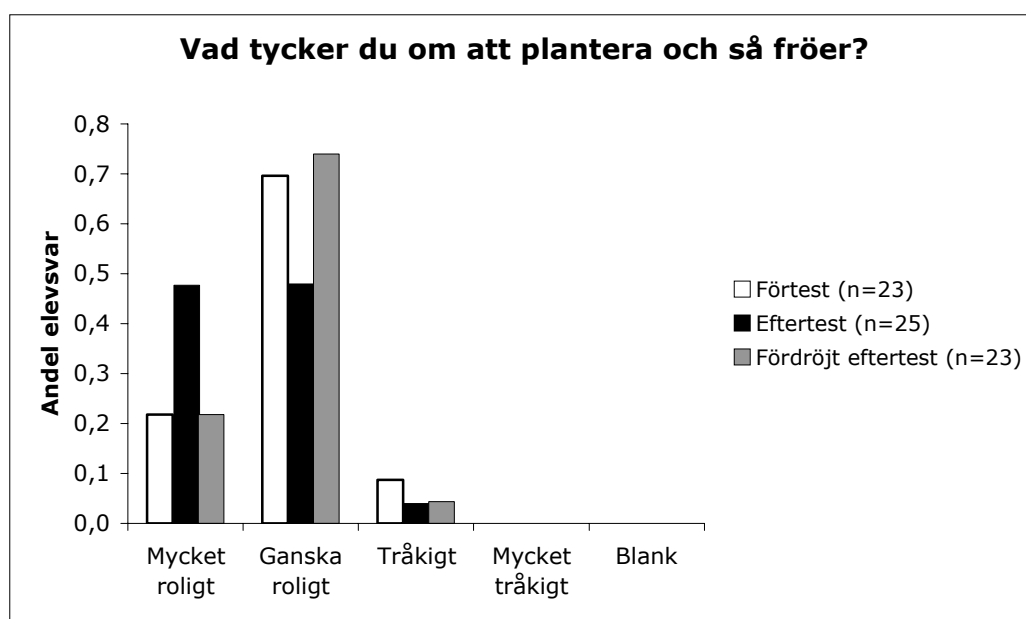


Fig. 7.5. Andel elever (%) per alternativ, årskurs 5, 2006, för uppgiften ”Vad tycker du om att plantera och så fröer?”

För frågan ”Vad tycker du om att vara ute och titta på blad och blommor på våren?” är det heller inga signifikanta skillnader mellan testtillfällena. Några fler elever markerar dock ”Ganska roligt” direkt efter undervisningen än före, men inte ett halvår därefter (Se fig. 7.6).

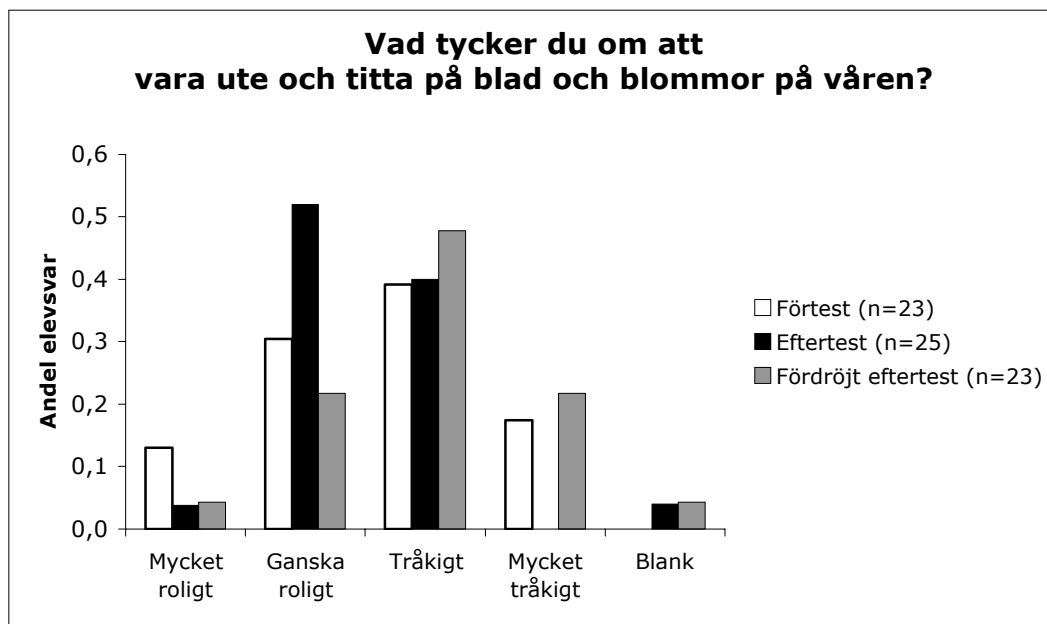


Fig. 7.6. Andel elever (%) per alternativ, årskurs 5, 2006, för uppgiften ”Vad tycker du om att vara ute och titta på blad och blommor på våren?”

### Vad tycker du om växterna?

**RINGA IN DET SOM BÄST STÄMMER MED VAD DU TYCKER!**

Tycker du att

ÄRTPLANTOR	är	intressanta	ointressanta	varken/eller
BLÅBÄRSBLOMMOR	är	intressanta	ointressanta	varken/eller
TRÄD- OCH BLOMKNOPPAR	är	intressanta	ointressanta	varken/eller
ÄPPLEBLOMMOR	är	intressanta	ointressanta	varken/eller
ÄRTPLANTOR	är	fina	fula	varken/eller
BLÅBÄRSBLOMMOR	är	fina	fula	varken/eller
TRÄD- OCH BLOMKNOPPAR	är	fina	fula	varken/eller
ÄPPLEBLOMMOR	är	fina	fula	varken/eller

### Ärtplantor

Elevernas svar på hur de tycker att ärtplantorna ser ut visas i tabell 7.17. Fler elever markerar att de är fina efter undervisningen, än före. De är också mer intressanta och mindre ointressanta efter undervisningen än före. Dessa

skillnader är signifikanta<sup>52</sup>. Ett halvår efter undervisningen är svarsbilden likartad, men det är nu inga signifikanta skillnader skillnaderna jämfört med förtesten.

Tabell 7.17. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om ärtplantor (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
<b>ÄRTPLANTOR är</b>			
intressanta	30	76	61
ointressanta	48	8	22
varken/eller	22	12	17
blank	0	4	0
<b>ÄRTPLANTOR är</b>			
fina	26	68	43
fula	26	0	4
varken/eller	48	28	48
blank	0	4	4

### **Blåbärsblommor**

För blåbärsblommorna anger hälften av eleverna alternativet ”ointressanta” både före och efter undervisningen (se tab. 7.18). De flesta av eleverna (3/4) anger alternativet ”fina” före undervisningen. Denna andel verkar sjunka något efter undervisningen, men skillnaderna mellan testtillfällena är inte signifikanta.

<sup>52</sup> För alternativet ”intressanta” gäller för ÄRTPLANTOR att  $p = 0,004^{**}$  för skillnaden mellan FT – ET ( $Chi^2$ -test). För alternativet ”ointressant” gäller att  $p = 0,005^{**}$  för skillnaden mellan FT – ET ( $Chi^2$ -test). För alternativet ”fina” gäller att  $p = 0,009^{**}$  för skillnaden mellan FT – ET ( $Chi^2$ -test). För alternativet ”fula” gäller att  $p = 0,022^{**}$  för skillnaden mellan FT – ET ( $Chi^2$ -test).

Tabell 7.18. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om blåbärsblommor (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
<b>BLÅBÄRSBLOMMOR är</b>			
intressanta	39	28	39
ointressanta	48	48	39
varken/eller	13	16	22
blank	0	8	0
<b>BLÅBÄRSBLOMMOR är</b>			
fina	74	60	48
fula	0	16	9
varken/eller	26	20	43
blank	0	4	0

### ***Träd- och blomknoppar***

Ungefär hälften av eleverna anger alternativet ”ointressanta” för träd- och blomknoppar och detta ändras inte på eftertesten, se tabell 7.19. Nästan 2/3 av eleverna tycker att knopparna är fina före undervisningen. Denna andel tycks sjunka efter undervisningen, men skillnaderna är inte signifikanta.

Tabell 7.19. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om träd- och blomknoppar (åk 5, 2006).

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
<b>TRÄD- OCH BLOMKNOPPAR är</b>			
intressanta	26	16	13
ointressanta	52	40	52
varken/eller	22	40	35
blank	0	4	0
<b>TRÄD- OCH BLOMKNOPPAR är</b>			
fina	65	44	35
fula	17	8	9
varken/eller	17	40	57
blank	0	8	0

### ***Äppleblommor***

När det gäller om äppleblommor markeras som intressanta eller ej, är variationen stor bland svaren, se tabell 7.20. Äppleblommor anges som

varken särskilt intressanta eller särskilt ointressanta. Så gott som alla elever svarar att äppleblomman är fin, både före och efter undervisningen.

Tabell 7.20. Vad tycker du? Fördelning (%) av elevers olika svar på vad de tycker om blåbärsblommor (åk 5, 2006). FT=förtest, ET= eftertest, FET= fördröjt eftertest.

FRÅGA	FT n=23	ET n=25	FET n=23
<b>ÄPPLEBLOMMOR är</b>			
intressanta	30	48	35
ointressanta	43	32	17
varken/eller	26	16	48
blank	0	4	0
<b>ÄPPLEBLOMMOR är</b>			
fina	83	84	70
fula	0	0	0
varken/eller	17	12	30
blank	0	4	0

## 7.4 Sammanfattning

Totalt sett visar analyserna av elevuppgifterna att eleverna oftast svarar och berättar annorlunda efter undervisningen än före. Detta är tydligare för undervisningsgruppen 2006 än det är för undervisningsgruppen 2003.

Följande har framkommit genom analys av elevernas skriftliga svar på elevuppgifterna.

### **Levande eller inte levande**

Levande-begreppet är otydligt för flera av eleverna, även efter undervisning. Bilder på sol respektive ljuslåga markeras ofta som levande både före och efter undervisning. Det är dock färre elever i elevgruppen 2006 som markerar ljuslågan som levande efter undervisningen än det var i elevgruppen 2003.

### **Växters förökning och livscyklar**

Ungefär hälften av eleverna känner inte till trädets sexuella förökning, alltså förökning med frön, före undervisning, i alla fall inte när det gäller ek respektive rönn. Efter undervisning är det en större andel i elevgruppen 2006

än det är i elevgruppen 2003, som anger fröförökning som en möjlighet för en ek att föröka sig. Dessa elever (2006) anger dock inte fröförökning för en rönn i större utsträckning efter undervisning än före.

Att frön, ärtskidor och blåbär bildas vid blomman visste ungefär hälften av eleverna redan före undervisningen 2006. Efter undervisning och också ett halvår efter undervisningen visste de flesta elever i denna grupp detta. För elevgruppen 2003 finns inga förtesresultat, men eftertestresultaten är liknande som för den senare elevgruppen.

Att många frukter bildas som ett resultat av pollinering med hjälp av bin eller andra insekter är obekant för många av eleverna innan undervisningen. Efter undervisningen 2003 kan en större andel än före undervisningen på ett översiktligt sätt redogöra för hur befruktningen går till, men det är tydligt att ord som pollinering, befruktning, ståndare, pistiller och frön är svåra att särskilja. Efter undervisningen 2006 kan många av eleverna redogöra för detta på ett detaljerat sätt. Ett halvår efter undervisningen kvarstår dock inte denna detaljkunskap, men flera kan resonera om detta på ett översiktligt sätt.

## **Befruktningsbegreppet**

Att en ny människa eller fisk uppkommer genom sammansmältning av ett ägg och spermie, vet eleverna även före undervisning, men alla vet inte att ursprunget till den nya individen kommer både från ägget och spermien. Ganska många svarar att ursprunget är antingen ägget eller spermien. Efter undervisning, liksom ett halvår därefter, vet de flesta elever i båda elevgrupperna detta.

## **Djurs förökning och livscyklar**

Att en fluga utvecklas från ägg till vuxen fluga via ett larv- och puppstadium, vet inte eleverna före undervisning, men det nästan alla efter undervisningen, även på längre sikt. Många tänker sig inte heller attflugor eller fjärilar parar sig, men detta har ändrats efter undervisningen, både direkt och ett halvår efter undervisningen.

Att en puppa är levande svarar de flesta av eleverna både före och efter undervisningen. Att det bildas puppor av larver vet många innan undervisningen, men fler efter. Däremot finns det svar, både före och efter



undervisningen, som tyder på att det inte är givet vad som kommer ur en puppa även om man vet vilken larv som bildat den.

## **Elevernas upplevelser**

För dessa uppgifter finns bara resultat från den senare elevgruppen, dvs. 2006.

Dessa elever skriver på ett mycket positivt sätt om hur de tycker att det är att sköta om sin ärtplanta eller om hur den ser ut eller känns. Eleverna uttrycker sig också mycket känslomässigt om spyflugelarverna som utvecklades till fluga. Det är uppenbart att eleverna bryr sig om sina plantor respektive spyflugor.

Det är fler elever efter undervisningen än före som svarar att det är mycket roligt att titta på småkryp i plastpåsar eller burkar.

Spyflugelarverna anges som häftigare ett halvår efter undervisningen än före och det är färre elever som då anger att de är ointressanta än det är före undervisningen. Däremot är det inte någon skillnad på hur eleverna uppfattar flugor före respektive efter undervisning.

Det är fler elever som uttrycker något positivt om levande spyflugelarver ett halvår efter undervisningen än före.

Intresset för ärtplantor har ökat efter undervisningen och de anses då också vara finare än före undervisningen. När det gäller elevernas omdömen om blåbärsblommor, respektive träd- och blomknoppar, så ändras inte detta från förtest till eftertester.

Elevernas intresse för att plantera eller att vara ute och titta på blad och blommor tycks inte ha ökat av undervisningen.

## **7.5 Resultatdiskussion**

Analyserna visar att eleverna ofta svarar och berättar annorlunda efter undervisningen än före. Det är sannolikt att detta beror på undervisningen eleverna fått. Detta är tydligast för elevgruppen 2006 i de fall en jämförelse är möjlig att göra. 2003 ingick inte alla uppgifter.

## Levande/inte levande

Resultaten på uppgiften om vad som är levande respektive inte levande enligt den naturvetenskapliga definitionen, visade i enlighet med tidigare studier att begreppet ”levande” inte är trivialt (t.ex. Andersson, 1989; Driver m.fl. 1994b; Wood-Robinson, 1994b).

Att eleverna både före och efter undervisning i så stor utsträckning angav solen respektive ljuset som levande, stämmer med tidigare studier som visat att många benämner solen och eld som levande även efter det att de börjat betrakta växter om levande (Leach, m.fl. 1992). En mindre enkätstudie som genomförts med 90 blivande lärare visar dock att det även bland dessa, på samma diagnostiska uppgift som i denna studie, finns de som markerar ljuset som levande (Andersson & Nyberg, 2006). Det kanske inte är så konstigt att ett brinnande ljus respektive solen i så stor utsträckning markeras som levande, särskilt inte ett brinnande ljus, som ju ofta i vardagen kallas just ”levande”. Här handlar det alltså möjligen om att eleverna resonerar med sitt vardagsspråk utan att egentligen fundera över innebörden i ”levande” med naturvetenskapliga termer. Resultaten på eftertesterna visar att undervisningen bara i viss utsträckning påverkar hur eleverna svarar när det gäller denna uppgift. Se också resonemang om detta i avsnitt 9.4.

Liksom denna studie har tidigare forskning visat att barn ofta inte benämner växter som levande (t.ex. Andersson, 1989; Driver m.fl. 1994b; Leach, 1995; Wood-Robinson, 1991). Leach (1995) visar i sin studie att yngre barn (5-7 år) i större utsträckning talar om djur som levande än växter, men att i 14-16 års ålder kallas även växter levande. Driver m.fl. (1994b) rapporterar dock att även äldre elever som lärt sig de biologiska kriterierna för liv, ofta inte tillämpar dem. Detta är inte särskilt anmärkningsvärt, menar jag, om det handlar om huruvida enskilda celler, virus eller bakterier, eller ett äpple lever. Själva fruktköttet i äpplet kan inte föröka sig, men består icke desto mindre av levande celler. En morot i kylskåpet lever så länge den har förmåga att gro, men var går gränsen, när har den legat för länge? Ett frö, en ärta kan vara levande, men de kan också vara ”döda”; det är inte säkert att de gror.

Eleverna uppvisar alltså en viss osäkerhet när det gäller om vissa växter (eller växtdelar) skall anges som levande eller inte. I denna elevuppgift gäller det framförallt vitlök respektive frö. En förklaring är att dessa skulle kunna betraktas som ”vilostadier”, men många kanske inte heller vet att vitlöken kan

börja växa med rätt betingelser och ett frö kan som sagt vara dött och inte grobart.

Jewell (2002) visade att flera av de 11-åringar som ingick i studien ansåg att de frön de fick titta och känna på skulle bli levande om de såddes. På liknande sätt kanske eleverna i denna studie resonerar om kålroten, som avbildas uppryckt ur marken och alltså lösgjort från det sammanhang den har vuxit i eller kan växa i. Vitlök och kålrot kanske också i första hand betraktas som grönsaker och inte som växter och det är ju mer sällan man talar om "levande" grönsaker än om "levande" blommor eller träd. Hickling och Gelman (1995) påpekar att vi ofta behandlar växter som om de är artefakter (kulturprodukter), genom att vi t.ex. förvarar fröer i paket som är tillverkade i fabriker, säljer växter i snabbköp och blomaffärer och odlar blommor i behållare (Hickling & Gelman, 1995).

## **Förökning och biologiska livscyklar**

### *Växter*

Enligt Driver m.fl. (1994b) tror inte många elever att växter kan reproducera sig sexuellt och inte heller ser de fröproduktion som förökning. Detta gäller även för eleverna i denna studie, som visar att den sexuella förökningen, alltså förökningen med frön, är särskilt obekant när det gäller träd.

Före undervisning är det knappt hälften av eleverna som skriver att frön eller ekollon skulle kunna ge upphov till en ny ek. Efter undervisningen var det fler i elevgruppen 2006 som tänkte sig detta, än det var i elevgruppen 2003. Ändå visar resultatet att idén om "från frö till frö" inte blivit till allmängiltig kunskap för alla elever, i alla fall inte när det gäller träd.

Bland svaren på uppgiften om eken uttrycks idéer om att fröer finns i blad, liksom att man kan "ta en gren eller rot" och sätta i en kruka, eller att knoppar och frön kommer från blad och att när grenar nuddar marken kommer frön från dem att kunna bilda en ny ek. Några svar tydliggör också svårigheten med att skilja på pollen och frön, t.ex.: "Ja, för pollen från eken kommer till marken och blir en ny ek." Ett fåtal elever skriver att om det finns eller kommer ner frön eller pollen till ekens rötter, kan det bli en ny ek. Sådana svar kan möjligen antyda att eleven har någon tanke om hur förökning via rotskott går till. Några av svaren kan tolkas som att dessa elever försöker kombinera "rotförökning" med "fröförökning": "Ja, för att om roten är kvar så

kan det nog komma pollen ner i den igen så att den börjar växa igen!” eller ”Jag tror att det kan växa upp en ny ek, för den andra eken har någon sorts frö i sina rötter.”

Kan det möjligen vara så att det är flera av de elever som skriver om att det kan bli en ny ek om rötterna sitter kvar i marken, i själva verket tänker sig en fröbildning vid rötterna? Det stämmer i så fall med det faktum att många av eleverna markerar ”Rot” som svar på frågan ”Var utvecklas frön?”

En del av de elever som anger fröförökning har kanske tillägnat sig en generell modell om att fröer kan ge upphov till nya växter. Däremot är det inte givet att de vet att ekollonet är/innehåller ekens frö. Att ekollonet innehåller ekens frö uttrycks explicit bara av ett fåtal.

Elevernas svar på frågan om hur rönnen förökar sig visar att inte alla som anger fröförökning för eken ger ett sådant svar för rönnen. Kanske är det så obekant och så konstigt att tänka sig att träd blommar och får frön? Det kanske inte heller är självklart för eleverna att rönnbären innehåller rönnens frön eller att det kan komma ett träd ur ett rönnbär? Många har antagligen någon gång varit med om att så ett ekollon, men att ”så” ett rönnbär är nog inte lika vanligt förekommande. Steget från det lilla fröet till det stora trädet är kanske alltför stort, för att det skall vara naturligt att tänka sig. Detta diskuterar också Hickling och Gelman (1995) som uppmärksammar den enorma metamorfos som ett frö genomgår från frö till färdig planta. Inger barn att denna fantastiska biologiska process äger rum utan mänsklig inverkan? undrar de. Eller handlar det om att det vegetativa sättet att föröka sig verkar så mycket mer troligt, än den mer svårförståeliga sexuella förökningen? Eleverna har sannolikt erfarenheter av hur sticklingar från krukväxter rotar sig, jordgubbsrevor breder ut sig, eller att en pilträdkvist som sticks ner i jorden överlever och växer till. Många bärbuskar har ju också en vegetativ förökning, liksom en del träd, som aspen. En del elever har nog också sett skott skjuta upp från trädstubbar. Kanske har alla trädkott i skogen eller på övergivna tomter sitt ursprung i rotförökning i barnens ögon? Kanske är detta det vanligaste sättet att se på hur träd förökar sig, även hos vuxna? Erfarenheter från min egen undervisning av vuxna tyder på detta. Är alltså den sexuella förökningen hos träd så okänd och osynlig och den vegetativa så betydligt mer påtaglig, att denna uppfattning inte så lätt ändras?

### *Samband blomma-frukt*

Det finns som tidigare nämnts studier som visar att barn ofta inte associerar växters blomning eller frösättning med förökning (Driver, 1994b; Jewell, 2002; Tytler, m.fl., 2004) och inte heller känner till eller tänker på sambandet mellan växters blomma och frukter eller frön (Helldén, 1992, 2000; IEA, 1997). En enkätstudie av 90 blivande lärare antyder att sambandet mellan blomma och frukt kan vara oklart även för vuxna, i alla fall när det gäller var ärtskidan bildas på en ärtväxt (Nyberg, pågående arbete). Detta gäller också de elever som ingår i denna studie, men efter undervisning svarar de flesta elever att frukten bildas vid blomman. Tunncliffe och Reiss (2000) fann att de barn som ingick i deras studie lade märke till framförallt iögonfallande stukturer hos växter. Kanske kan bristen på detaljerade studier av blommande växter en orsak till att barnen inte är medvetna om sambandet mellan blomma och frukt.

### *Pollinering och befruktning*

När det gällde vad eleverna kan om hur frukter och frön bildas och elevernas användning av biologiska termer som pollinering, befruktning, pollen, nektar ståndare och pistiller, visar denna studie i likhet med tidigare undersökningar (bl.a. Helldén, 1992, 2000; Vikström, 2005) att dessa termer är svåra att särskilja.

Även om många elevsvar visar att det finns en kunskap om att bina gör så att det bildas äpplen, är detaljerna om hur detta går till uppenbarligen mycket svåra att redogöra för. Att bina lämnar eller hämtar något, har flera svarat, men det kan vara både pollen, frö, nektar och näring. Det finns också svar som visar att dessa elever hört talas om sexuell förökning, men som blandar ihop vilka han- och hondelar som är inblandade. T.ex. förekommer det att det är han- eller honbin som parar sig med blomman, istället för att det är växtdelarnas han- och hondelar.

Eleverna har i den sista undervisningsomgången i stor utsträckning lärt sig använda orden ”pollen” eller ”ståndare” och ”pistill på ett sätt som ganska väl överensstämmer med hur detta beskrivs i naturvetenskapliga sammanhang. Många elever tycks också ha lärt sig att det behövs en han- och en hondel för att det skall bli ett frö. En hel del elever beskriver detaljerat förloppet från pollinering till fröbildning, men inget mer. Om dessa elever vet vad detta innebär när det gäller äppleblomman, dvs. att ett äpple bildas, kan man alltså inte veta och även om eleverna i sina beskrivningar använder orden

“pollinering” och “befruktning”, behöver detta inte betyda att de förstår vad orden innebär.

## **Djurs förökning och livscyklar**

När det gäller attflugor utvecklas från ägg till vuxen fluga via ett larv- och puppstadium, var detta uppenbarligen obekant för de flesta före undervisning. Efter undervisningen tycks eleverna känna till attflugorna genomgår s.k. fullständig förvandling. Ett halvår efter avslutad undervisning var situationen densamma. Däremot ger frågan inte möjlighet att avgöra om eleverna fått klart för sig hur ägget uppkommer.

I motsats till Shepardson (1997) som i sin studie av 24 elever i första klass fann att många av dessa betraktade puppan som ”död”, svarade de 11-åriga eleverna på frågan om mjölbaggelarverna i min studie att puppan var levande. Däremot indikerar flera av elevernas svar när det gäller vad det skall bli av pupporna, att de inte tillägnat sig en generell modell för vad s.k. fullständig förvandling hos insekter innebär. Flera elever svarade annat än mjölbagge, som t.ex. att det kan bildas en fluga eller fjäril på denna fråga. Shepardson (1997, 2002) kom i sina studier fram till att barnen måste få möjlighet att studera olika insekters utveckling för att få en förståelse av betydelsen av de olika stadierna och deras betydelse för insekternas överlevnad. Möjligen kan elevernas svar innebära att de inte tänker sig att larverna är samma art som den färdigutvecklade insekten, eller att det bara finns en sorts larv, som alla olika insekter utvecklas ifrån.

Det är vidare många elever före undervisningen 2006, som inte anger attflugor och fjärilar parar sig och inte heller att nyckelpigor eller grodor gör det, även om andelen för dessa senare är högre. Det verkar dock mer bekant att småfåglar parar sig. Efter undervisningen svarar de flesta att samtliga dessa organismer parar sig. Här kan man spekulera i om det är så att det är lättare att överföra kunskaper om ett djur till ett annat, än det är att överföra kunskaper om en sorts växt till en annan, eller om det helt enkelt här handlar om att eleverna vid förtesten ännu inte kommit in i området.

## **Hur upplever eleverna småkrypen och växterna?**

Tomkins och Tunnicliffe (2001, 2007) har visat att levande organismer kan stimulera elevers intresse och lärande. Resultaten från studien i denna avhandling visar att eleverna blir intresserade av de växter och småkryp de

observerar och har hand om och att de bryr sig om dem. Trots att andra (bl.a. Sanders, 2007; Kinchin, 1999; Wandersee & Schussler, 2001) rapporterat att elever inte tycker det är lika intressant att studera växter som djur, uppvisar alltså eleverna i denna studie både omsorger och intresse för sina ärtplantor.

Elevernas beskrivningar av och reaktioner på de levande organismerna tyder på ett engagemang för både växterna och djuren. Flera tidigare studier har dock visat att de flesta elever inte tycker att växter är lika spännande som djur (Baird, m.fl., 1984; Wandersee & Schussler, 2001; Wandersee, 1986). Wandersee (1986) studerade och kom fram till att 136 elever från årskurserna 7, 8 och 9 föredrar att studera djur framför växter. Han föreslår att direkta erfarenheter av växter som är attraktiva för barn, kopplat till att de uppmärksammas på likheter och skillnader mellan växter och djur kan öka en elevs intresse för växter och också gynna ett bättre botaniskt lärande (Wandersee, 1986). Kinchin (1999), som i sin studie märkte ett lägre intresse för växter än för djur kom fram till att eleverna ansåg att "plants grow, while animals behave". Enkätresultat från eleverna i denna studie visar att eleverna initialt hade ett svalt intresse för växter, men att detta ökar efter undervisning just för ärtplantan som de observerar och sköter om. Det eleverna skriver i sina dagböcker om sina ärtplantor visar att de blir engagerade i dem, att de får en relation till sina plantor och att de bryr sig om dem – och detta består under samtliga 15 veckor som studien pågår, trots att dessa knappast kan anses vara särskilt "attraktiva". När det gäller elevernas inställningar till småkrypen ger enkätresultaten ett liknande resultat, dvs. att eleverna får ett ökat intresse för spyflugelarver som de kommit i kontakt med i undervisningen, men inte för andra liknande organismer, som de inte studerat. Inte heller ändras deras uppfattningar omflugor, av enkätresultatet att döma, trots att spyflugor ingått i undervisningen. De har inte heller börjat tycka mer om att titta på blad och blommor.

Trots elevernas intresse för sina ärtplantor visar alltså inte resultatet att elevernas intresse för växter i allmänhet ökar. Denna undervisning har alltså inte på ett tydligt sätt medverkat till att minska den "Plant blindness" som myntats av Wandersee och Schussler (2001) och ökat elevernas möjligheter att urskilja mångfalden av arter i naturmiljön. Möjligen kan undervisningen dock vara början på en ökad medvetenhet om växternas betydelse för vår existens.

## *Kapitel 7*

Elevernas beskrivningar och svar innehåller många exempel på estetiska uttryck. Wickman (2006) och Jakobson (2008), har visat att detta är en betydelsefull beståndsdel när elever lär sig naturvetenskap.



## 8. LÄRARENS KOMPETENS

I detta kapitel behandlas min andra forskningsfråga, som handlar om vilken kompetens som utvecklas hos en lärare som undervisar om växters och djurs livscyklar och som får ämnesdidaktisk handledning med fokus på formativ utvärdering. Analysen är gjord med utgångspunkt från de aspekter som identifierats och beskrivits i avsnitt 5.4. Nedan beskriver jag kort avgränsningen av dessa:

- Naturvetenskapligt kunnande om biologiska livscyklar

I min analys ingår bara naturvetenskapliga begrepp som har med aspekter av växters och djurs livscyklar att göra. Jag analyserar alltså inte andra delar av det naturvetenskapliga kunnandet hos Stina.

Nära relaterat till kunnande om de naturvetenskapliga begrepp som ingår i ämnesområdet, är kunskaper om hur växters och djurs livscyklar kan studeras både utomhus och i klassrummet. Praktiska och metodiska frågor som rör handhavandet av växterna och smådjuren låter jag därför också ingå i denna aspekt.

- Undervisningsstrategier och idéer om lärande

För denna aspekt försöker jag framförallt analysera vilka uppfattningar Stina har om hur eleverna lär sig, hur hon resonerar om sin undervisning och om hur undervisning och lärande förhåller sig till varandra.

- Intresse för och kunskap om elevers idéer och föreställningar

Här ingår Stinas kunskaper om elevers föreställningar om växters och djurs livscyklar. Dessa baseras både på forskningsresultat och den kunskap hon får genom sin undervisning och utvärdering liksom från resultaten på de elevtester som genomförs i studien.

- Användning av formativ och summativ utvärdering

Denna aspekt gäller i vilken mån läraren genomför formativ utvärdering och i vilken mån den information läraren får av denna påverkar den faktiska undervisningen. I formativ utvärdering inbegriper jag, i enlighet med Black och Wiliam (1998a), allt som läraren genomför för att skaffa sig information om vad eleverna lär sig och förstår. Detta kan handla om att läsa elevernas NO-böcker, lyssna till elevernas diskussioner i smågrupper eller helklass eller observera hur de genomför en särskild uppgift. Här ingår också att vara lyhörd för elevernas frågor och idéer och att i den mån detta rör undervisningsinnehållet forma och utveckla undervisningen efter detta. Att ge eleverna individuell ”feedback” framförs, som

tidigare nämnts, av Black och Wiliam (1998a) som en viktig del av den formativa utvärderingen.

Den summativa utvärderingen utgörs av de förtester, eftertester och fördröjda eftertester, som utgör en del av dataunderlaget för denna studie.

Dispositionen i följande resultatavsnitt följer de fyra aspekter som analysen bygger på. I avsnitt 8.1- 8.4 beskriver jag resultaten av min analys av dessa fyra aspekter. I avsnitt 8.5 sammanfattar jag mina analysresultat.

För att öka läsbarheten av intervjuцитaten har jag strukit vissa upprepningar.

I citaten anger /.../ att en del av utsagan tagits bort, ... att det är ett påtagligt uppehåll i det som sägs.

Om det inte varit möjligt vid utskrift av intervjuerna att höra vad som sägs har detta oftast markerats med (???)

”E” står för Eva (intervjuaren) och ”S” står för Stina.

## 8.1 Naturvetenskapligt kunnande om biologiska livscyklar

Stina uttrycker i början av studien en viss osäkerhet om livscyklar och säger också att området inte känns inspirerande. Osäkerheten gäller särskilt växters sexuella förökning, bl.a. träd och örter blombildning och frösättning. Stina säger att hon vill läsa in sig mer på de växter och djur som kommer att ingå i undervisningen och vill kunna svara på frågor om deras naturliga miljö, om hur de lever och hur de ser ut. Hon uttrycker här också en viss osäkerhet när det gäller artkunskap om smådjur, men att hon är duktigare på träd, så länge de har löv, och blommor. Hon är alltså lite osäker när det gäller att studera livscyklar hos levande växter och smådjur och kanske särskilt när det gäller i deras naturliga miljö, alltså att använda sig av utemiljön i undervisningen. Det verkar både handla om osäkerhet kring vad hon vet om deras livsmiljö och om hur hon skall få in det i undervisningen på ett bra sätt.

Allteftersom Stinas undervisning framskrider ökar hennes kunskaper om organismerna och om deras förökningsmekanismer. Undervisningen skapar många frågor både hos henne och hos eleverna. Vid intervjun efter det att Stina genomfört undervisningen första gången, dvs. i juni 2003, svarar hon så här på min fråga om vad hon lärt sig:

*S: Jag har fått fördjupad kunskap, alltså ämneskunskap om olika...*

E: Det känner du?

*S: Ja, det känner jag, och själv blivit nyfiken och helt plötsligt tittar jag på knopparna på träden. Nämen alltså fått upp ett intresse för det mycket mer, innan var det bara löv som intresserade mig nu är även knoppar spännande och blommor och allt. Så att...och där har jag lärt mig mycket. (2003-06-11, s.7)*

När det gäller motiven för att undervisa om livscyklar säger Stina att det först och främst står i styrdokumentet att man skall göra det, men också att det varit så roligt, att det antagligen skulle vara det första hon skulle göra om hon fick en ny klass. Hon har också lärt sig väldigt mycket när det gäller att lägga upp arbetet både praktiskt och teoretiskt, tillägger hon.

Ett halvår efter avslutad undervisning (december 2003) beskriver Stina vad hon tycker att hon lärt sig när det gäller livscyklar:

*S: Det är så svårt att tänka tillbaka på vad man kunde innan och vad man inte... Men jag var ju väldigt osäker och framför allt själv också i det här med pollinering och... (ohörbart). /.../ Så där har jag nog... Jag känner mig säkrare och tryggare när jag pratar med dom och diskuterar med eleverna. Det är liksom.../.../ Man kunde det nånstans, fast vardagsföreläsningen hamnade man lätt i... /.../Och sen kunde jag inte alla... Alltså livscyklar... Alla olika och vad dom hette och så vidare...och ofullständig och så vidare. /.../Det är sånt som jag har lärt mig också. (2003-12-15, s. 5)*

Hon upplever tydligen att hon fått både ett vidgat intresse för, och ökade kunskaper om, växters och djurs livscyklar.

Vid samma tillfälle, alltså ett halvår efter avslutad undervisning, uttrycker hon också att hon nu tänker att många av målen i NO skulle man nog kunna ta upp i samband med livscyklar eftersom det är grunden för livets fortlevnad:

*S: Ja, förstå helheten. Du förstår omvärlden på nåt sätt. Och det känns som att man kan utgå väldigt mycket från livscyklar. Att det liksom är kärnan i det hela eller vitsen./.../ För det ju ändå det som för livet vidare och sen liksom göra sidospår ifrån det. Och sen får man naturligtvis bryta helt för att få in vissa områden... (2003-12-15, s. 29)*

Inför undervisningsomgången 2006 gäller våra diskussioner främst tidpunkten för lövsprickning och blombildning för olika träd, liksom ärtplantans pollinering. Vid fortsatta samtal om hennes planering denna vår fördjupas våra ämnesmässiga diskussioner. Dels handlar det om skillnaden mellan pollinering och befruktning, dels om detaljer på cellnivå, t.ex. vad som är skillnaden mellan könsceller och vanliga celler. Vi har också utvidgade

diskussioner om sexuell respektive asexuell förökning hos växter, särskilt hos träd, eftersom testresultaten från livscykelundervisningen 2003 visade att det fortfarande var många som inte nämnde fröförökning när det gällde frågan om eken. Under det att undervisningen pågår diskuterar vi t.ex. hur rotdelen på en grodd ”vet” att den skall växa nedåt och att bladdelen ”vet” att den skall växa uppåt. Vid intervjun strax efter det att undervisningen avslutats denna vår diskuterar vi puppans utveckling och vad det var man kunde se på insidan av puppans skal.

På min fråga om vilka kvalitéer hon nu ser med livscykelundervisningen, svarar hon att ”det känns så viktigt för att förstå hela naturen och sammanhangen”. Hon har tidigare inte tänkt så mycket på att träden blommar och varför de gör det och inte heller varför blommorna ser så olika ut och hon säger att hon vill att eleverna skall få de insikter hon själv fått. Hon tror att den typ av studier eleverna gör i detta arbete ökar deras iakttagelseförmåga och möjligheter att dra egna slutsatser.

*S: /.../ Det har blivit så mycket roligare...och jag vill att eleverna ska få den...förståelsen för det också...och alltså förstå naturen på ett annat sätt...och att det är en bra grund för...alltså för fortsatta biologiarbetet sen, tror jag... (2006-06-12, s. 12)*

När jag undrar om hon utvecklat sitt ämneskunnande även denna undervisningsomgång, svarar hon:

*S: Ja.../.../...alltså både att utvecklas och att man...behöver repetera (??)..För det...man (?) glömmar ju. Det har ju väckts nya frågor...kring livscyklar, alltså hos svamparna, och lökväxterna, och du vet alltså sådär, som...som både jag och elever, har kommit in på då som...som har gjort att jag fått en fördjupad ämneskunskap.... (2006-06-12, s. 13)*

Hon säger också att hon denna gång känt sig trygg i det hon gjort. När det gäller våra ämnesmässiga diskussioner kan dock möjligen vid vår sista intervju anas en viss osäkerhet beträffande olika träds blombildning och frösättning.

Praktiska frågor om de levande växterna och djuren som skulle ingå i undervisningen, både när det gällde deras utveckling och själva skötseln av dem, ingick i våra samtal under både den första och den andra undervisningsomgången men i betydligt större utsträckning under den första, 2003. Detta är förståeligt både mot bakgrund av att eleverna nu inte hade artemier att ta hand om och att Stina genomförde den här undervisningen för tredje gången.

## 8.2 Undervisningsstrategier och idéer om lärande

Vid den inledande intervjun i februari 2003 innan undervisningen startat frågar jag Stina om hur hon anser att man skall undervisa för att eleverna skall lära sig så bra som möjligt. Hon svarar då: ”Varierat”, men tillägger:

*S: Lite grand, men med mycket... mycket egna undersökningar....Att eleverna själva får prova på och att dom.../.../... Alltså det är jätteviktigt att skapa en atmosfär där dom känner att det är helt okej att tro och tycka och tänka eller prova vad man vill....och känna att: Inte känns det här, rätt och fel, som det lätt blir....Utan att det är... Ja...Att skapa en sån miljö. Och sen att dom ska få prova på i största möjliga mån. (2003-02-06, s. 9)*

Ett undersökande arbetssätt, variation och ett tillåtande klassrumsklimat, där eleverna uppmuntras att tycka och tänka, utan rädsla för att det skall vara fel, beskriver hon här.

Hon säger också att böcker kan vara ett komplement för att ta reda på saker, men att det skall vara mycket eget undersökande arbete och att detta gäller framförallt NO.

När jag efter det att undervisningen avslutats våren 2003, frågar om hon under arbetets gång ändrat sin syn på hur elever lär sig, svarar hon:

*S: Mm, ja...jag tror att det är ungefär den samma. Jag tror att jag redan då sa att jag tycker att det är jätteviktigt att de får experimentera mycket själva och prova mycket själva. Men det jag har fått med mig ännu mer av är det här av att få...i vanliga fall har det varit mycket så att man har gått in och man ska göra ett experiment, de får göra experimentet i första hand. Det kan även vara att man gör en demonstration men oftast då...men sedan så är det slut sedan så kanske man gör det nästa gång också sedan är det inte så mycket mer. (2003-06-11, s. 10)*

Hon uttrycker alltså här och i det hon säger fortsättningsvis, att tidigare var det experimentet i sig, som var det viktiga och när detta var avslutat var det ”färdigt”. Hon har inte heller tidigare tänkt på att det kan vara ett värde i att eleverna får ta hand om något som är deras eget, men att detta kan ”vara en morot och göra dem mer intresserade”. Hon tar också upp det tidigare i intervjun, när hon berättar hur intresserade eleverna varit och att en del varit mer intresserade än annars av NO-undervisningen. Jag undrar då vad hon tror att det beror på:

*S: Att de har sina egna grejer, att de får göra egna saker. Att de får plantera sin egen planta och så får de liksom följa den och de får tro mycket, det tror jag att de har börjat gilla också. Att jag inte avslöjar något innan. (2003-06-11, s. 10)*

Stina återkommer till att en del i hennes undervisningsstrategi, när det gäller NO, är att låta eleverna tro mycket, att inte avslöja något i förväg. Hon utmanar eleverna på så sätt att de får tänka själva innan de får ett svar. Hon säger också att hon medvetet tränat dem på det under de två år som hon haft dem, men att det verkar som om det är först nu som de börjat tycka att det är roligt:

*S: ...jag tror att det tar tid för de vill ju bara veta i början men så säger man inget. Men nu när man kommer in med saker så är det mer liksom, de blir nyfikna på vad är det och vad ska vi göra och så avslöjar man inget men de får tro och sedan får de ju alltid svar på det. (2003-06-11, s. 10)*

Stina berättar också att hon haft mer ”föreläsningar” än tidigare och att det verkat som om eleverna uppskattat detta. Det handlade bl.a. om blombildning och fruktsättning hos ett äppleträd. Skälet till detta var att hon känt att det inte ”varit enkelt att få dem att själva söka kunskap utan det känns som att det är något som man måste förklara” (2003-06-11, s. 19). Hon säger dock strax därefter att det egentligen inte var en föreläsning utan mer en ”lärarstyrd lektion”:

*S: Ja, fast det var väl inte en föreläsning på det sättet utan det var mera att det var en lärarstyrd lektion med deras tankar och funderingar som utgångspunkt då. Men jag hade en start och ett mål med lektionen liksom och om inte deras frågor och svar ledde till det så fick jag styra in dem till det. (2003-06-11, s. 19)*

## **Mer aktiv i sin lärarroll**

Under den första undervisningsomgången studerade oftast eleverna sina organismer enskilt och skrev i sina NO-böcker om dem. När något särskilt inträffade, som att spyfluglarverna blev puppor eller blommor spruckit ut på elevernas ärtplantor, samlade Stina klassen för gemensamma diskussioner och observationer. När jag ställer frågan 2003, efter avslutad undervisning om vad hon tror att eleverna lärt sig, svarar hon att hon visserligen inte hunnit titta på eftertesterna ännu, men att hon tror, när det gäller ärt- och bönplantan, att de lärt sig att det är från blomman som ärt-/bönskidan växer ut och att eleverna nog inte tidigare tänkt på detta:

*/.../ Bland annat livscykeln alltså med bönan och ärtan och det här med blomningen att, att det liksom från blomman, där blomman har suttit sedan kommer det växa, det tror jag inte de har tänkt på alls innan (2003-06-11, s. 11).*

Stina visar i nedanstående intervjuutdrag att hon i slutet av terminen tagit initiativ till att göra eleverna uppmärksamma på om det hänt något med deras

planta och uppvisar nu en medvetenhet om att det finns ett värde i att upprepa det som hon vill att eleverna skall observera och komma ihåg. Hon ger alltså här uttryck för att vara mer aktiv i sin lärarroll än i början av studien:

*S: Jag vet inte men vi har pratat om det väldigt mycket och nu när man frågar liksom har jag bara tagit en slumpmässig planta och så tittar vi på den och så är det en blomma och vad kommer att hända när blomman har pollinerats? Det tror jag inte de skulle säga kanske, någon enstaka att den kommer att vissna och sedan kommer det komma ut en bönstjälk eller en ärtskida eller... Det säger de då när man frågar och det börjar bli ganska självklart känns det som.*

*/.../*

*S: Ja, jag har gjort det och sedan efter att vi pratade om det så varje lektion nästan så kommer det in så, då är det oftast någon som kommer in: "kolla jag har fått en blomma" kommer de och visar. Då tar vi det liksom... (2003-06-11, s. 11-12)*

Det tillfälle hon refererar till är när vi under en lektion i slutet av vårterminen gemensamt upptäckt att en elev tänkte sig att ärtskidorna nog skulle komma i bladveckan. Detta är alltså, enligt henne, orsaken till att hon ökat elevernas uppmärksamhet på att ärtskidorna eller bönskidorna bildas vid plantornas blommor.

### **Mer instruktioner för elevernas observationer**

Efter det att undervisningen avslutats på försommaren 2003 resonerar Stina om hur hon skulle kunna organisera undervisningen en annan gång för att eleverna skall lära sig mer. Bl.a. säger hon att hon tror att hon skulle behöva ge mer instruktioner för elevernas observationer, både när det gäller vad de skall titta på och när de skall göra det. På detta sätt skulle dagboksskrivandet (elevernas NO-böcker) kunna bli mer stimulerande för eleverna, tror hon:

*S: /.../jag tror att jag skulle jobba tuffare med det att alla skulle få sitta på sin plats med sin planta och verkligen titta på den och så... Att vi skulle ha det mera...kanske lite mera styrt någon gång kanske varannan vecka eller vad man nu kan tänka sig (2003-06-11, s. 16).*

Hon fortsätter med att reflektera över att eleverna skulle behöva få hjälp med att iaktta sina plantor:

*S: /... / ...man har kanske inte har lärt dem att iaktta sin planta så noga som jag kanske skulle vilja och tittat på vad som faktiskt har hänt. /.../för hjälper man dem med det lite grand i början så tror jag att man har med sig det mer kanske. Men några har varit jätteduktiga, det kan man se på teckningarna att de har fått med de här små detaljskillnaderna.(2003-06-11, s. 16-17)*

Stina ger här uttryck för att hon tror att eleverna skulle behöva få tydligare direktiv om vad de skall titta på. Hon har alltså nu efter denna första undervisningsomgång kommit till insikt om att eleverna behöver få hjälp med att lära sig vad det är de skall iakttä. Det visar, menar jag, att Stina är på väg mot en mer aktiv lärarroll.

Hon återkommer till detta under den sista intervjun 2003, ett halvår efter avslutad undervisning, när jag frågar hur hon nu tänker om vad hon skulle ändra på om hon skulle genomföra livscykelundervisning i en ny klass. Hon säger då att hon skulle vara ännu mer noggrann. När jag ber henne förklara vad hon menar med detta, svarar hon:

*S: ... Jag skulle nog ha mer diskussioner, muntliga diskussioner om det vi gör och om vad dom ser. Dom fick ju skriva väldigt mycket i dagboken. Men jag skulle nog gärna haft att vi liksom nån gång stannade... Eller oftare. Vi gjorde det nån gång, men inte så mycket att vi liksom samlades och... Och va... Vad har hänt hos dig och mig och varför och vad det beror på. Att man liksom tar en muntlig diskussion också. Inte bara att dom skriver (2003-12-15).*

Här säger hon alltså att hon i slutet borde ha haft fler muntliga diskussioner med klassen om vad som hänt med t.ex. deras planteringar, som att ställa frågor som: "Varför är det en blomma här, varför är det en bönskida...?" Det var så mycket som hände i slutet på terminen, som de skulle ha behövt avrunda och gemensamt diskutera på ett bättre sätt, tycker hon.

Därefter uttrycker Stina ännu tydligare hur hon tänker om värdet av muntliga diskussioner i förhållande till när eleverna skriver själva, att det är värdefullt för eleverna att få höra andra elever förklara, antingen i halvklassituationer eller i mindre grupper:

*S:/.../Kanske dom som inte har det lika lätt eller som inte förstår det riktigt att få höra andra elever förklara hur dom tänker för att själva komma in i...i det tankesättet. Och hör man det flera gånger... Det är ju samma... Koppla det lite till problemlösning i matte. /.../ (2003-12-15)*

Stina förtydligar att om hon förklarar något uttrycker hon sig alltid likadant och att det kan vara en fördel för en elev att få det förklarat för sig på olika sätt. Hon säger också att det nog kan vara en fördel att eleverna får berätta för varandra om vad som hänt på t.ex. den egna plantan, och att det inte behöver vara något fel att ibland låta eleverna göra detta i helklass. Hon uttrycker sig som om detta är ganska nya tankar för henne. Här visar hon att hon ser värdet av att som lärare bli mer aktiv och att undervisningens innehåll börjar få större betydelse än tidigare.



Hon uttrycker i denna sista intervju detta år, alltså ett halvår efter avslutad undervisning att hon nog lite mer skulle behöva påverka lite elevernas val av träd i trädstudien och också ha mer kontroll genom att själv i förväg undersöka om det är någon idé att låta eleverna gå ut för att studera sitt träd. När det inte hände något på länge, tyckte eleverna att det blev tråkigt. Hon märkte också vid någon tidpunkt att det inte var knopparna eleverna tittade på, utan storleken på grenen, hur mycket den växte och färgen på själva grenen, om det var fläckar och så vidare, och att hon därför fick göra dem uppmärksamma på att det var knopparna de skulle observera.

## Repetition

Ett halvår efter avslutad undervisning 2003, undrar jag vad hon avser när hon säger att någonting ”fungerar”. Hon svarar att det är viktigt att ge noggranna instruktioner till eleverna och att återkommande repetera. Eleverna blir oengagerade, säger hon, om de inte har klart för sig vad som förväntas av dem. Hon återkommer också till att det är viktigt att repetera. Att det alltså inte är självklart att de lär sig efter att ha läst, hört eller sett något, bara en gång. Stinas berättar att hon tror att hon nu gör detta mycket mer än tidigare, dvs. att hon börjat repetera mer och kolla vad eleverna förstått av något de gjort eller sett, att det krävs mycket repetition och diskussioner för att eleverna verkligen skall lära sig det hon har som målsättning att de skall lära sig.

## Exemplifiera och variera

För att eleverna skall ha en möjlighet att tänka sig att det de lär sig om en organism kan gälla för en annan, alltså för att de skall ha en möjlighet till transfer, uttrycker hon också i intervjun ett halvår efter avslutad undervisning att det behövs många exempel:

*S: Och jag tror att man ska ta många olika exem... Alltså titta på... Som vi hade uppe blåbärsris...och man tittar på en äppelblomma. Att man tar många exempel. För att så småningom så bara blir det, jaha. Att dom liksom kan dra parallellerna mellan... Eller liksom se likheten. Att man inte bara tar... Tar blåbärsriset och pratar om och sen ska dom förstå att det gäller alla andra också utan att man gärna blir lite... Att dom nästan får känna att: Ja men vi kan det här nu...Shuta tjata! (2003-12-15, s. 8)*

Hon säger också att hon tror att de skulle behöva ”stanna upp” lite oftare. Att samlas och titta på varandras plantor, inte bara skriva, utan också diskutera:

”Vad har hänt hos dig – och mig? Varför har detta hänt? Vad tror du kommer att hända nu då? Varför är det en blomma här? Varför är det en bönskida?” (2003-12-15, s. 10).

När Stina efter sin undervisning 2004 i sin dagbok beskriver resultaten från dessa elevers eftertester visar hon en ökad medvetenhet om att eleverna har svårt att använda kunskaper de fått i ett sammanhang i ett annat. Hon diskuterar bl.a. resultatet på frågan om en ny ek kan växa upp där en gammal fallit och skriver att eleverna uppenbarligen inte kunnat koppla ihop de diskussioner de haft om äppleträd, kastanjer och rönnbär med andra träd. Hon konstaterar då att hon i fortsättningen måste tänka på att undervisningen måste innehålla även exempel från andra växter och djur än dem de har hand om.

Vid den inledande intervjun i februari 2006, inför den andra undervisningsomgången, handlar i stort sett hela vårt samtal om hur hon tänkt sig att eleverna denna gång bättre skall lära sig det hon avser i relation till hur hon tidigare gjort. Våra fortsatta diskussioner via e-post och telefonsamtal om hennes planering för denna omgång av livscykelundervisningen rör framförallt vad undervisningen kan tänkas behöva innehålla för att underlätta för eleverna att generalisera sin kunskap om förökningen hos en organism till förökningen hos en annan. Det handlar då mest om hur eleverna skall få redskap att se att principen för den sexuella förökningen ser likartad ut för likartade organismer. Vårt samtal rör också vilka träd som finns i närheten av skolan och när deras löv slår ut och när de blommar.

## **Mer reflektioner och diskussioner**

När det gäller elevernas skrivböcker i NO, säger hon nu att hon skulle vilja tillåta lite mindre formella labrapporter, med mer av deras egna tankar och funderingar, alltså mer av reflekterande text: ...”att inte ta död på det genom att låta dem skriva för mycket utan att man kan samtala och så där kring...alltså att det inte behöver vara så formella labrapporter utan kanske mer tankar och funderingar och reflekterande text och så där.” (2006-02-21, s. 2)

Stina återkommer nu till att hon förra omgången inte var nöjd med hur trädstudien utföll. Hon funderar nu på vad hon skall ändra på för att detta skall bli bättre, så att eleverna dels tycker att det är roligare, dels lär sig det hon tänkt. Kanske hon nu ”till och med ska ha valt ut träd”, resonerar hon.

Hon tänker sig att i och med detta skulle eleverna också få mer klart för sig vad deras uppgift är:

*S: /.../ det kan väcka nyfikenhet om man skall ta reda på vad det är för träd, men om man nu vill fokusera på: Vad händer för just det här trädet, så känns det som att då skulle dom ju egentligen veta vad det är dom studerar... (2006-02-21, s.6-7)*

Stina planerar därför nu en uppgift med tydligare direktiv om vilka träd som skall studeras av de olika grupperna, så att det blir intressant att göra jämförelser mellan de olika gruppernas träd:

*S: /.../ att man mer kan lägga fokus på att... den här gruppen, om man bara har tre träd då, kan få berätta lite från gång till gång för varandra: Vad har hänt med en kastanj så här långt jämfört vad har hänt med en ask då: "Asken blommar, men den har inga blad, men kast..." alltså...att det kan väcka...alltså det blir ett annat fokus på det... (2006-02-21, s.7)*

I enlighet med sina reflektioner över undervisningen 2003, har hon innan denna intervju skrivit in i sin planering ”Diskussioner i mindre och större grupper”. Hon förklarar att hon då t.ex. tänker sig att de ”i mindre grupper får sätta sig ner och titta på sina plantor, jämföra och diskutera vad de ser” och att hon sedan tar upp detta till en gemensam diskussion i storgrupp.

När undervisningen har avslutats, i juni 2006, säger Stina att de haft mycket mer samtal och diskussioner och försökt sätta allt i ett sammanhang, både i hela klassen och i mindre grupper.

Vid intervjun strax efter genomförd undervisning 2006, har Stina tittat igenom eftertestresultaten, innan jag fått testerna. Hon har då tittat på bl.a. uppgiften om varifrån på en ärtväxt ärtskidan växer ut och också den om hur en flugas livscykel ser ut. Hon har då märkt att inte alla svarat rätt på dessa, trots deras noggranna, både enskilda och gemensamma studier av och diskussioner om, såväl ärtplanta som fluglarver. Hon har därför funderat på vad hon kunde ha gjort annorlunda:

*S:/.../...hade man bara haft det teoretiskt, så hade ju väldigt många fler fallit bort, alltså inte förstått det, men nu får man ju med sig, eftersom det är praktiskt och dom får titta och sen en diskussion utifrån detta och dom ser det framför sig, så får man...har jag ju ändå upplevt att man fått med sig dom allra flesta, men det är en liten klick kvar då, som inte /.../ nås ändå ...och då är det frågan hur man gör med dom...(2006-06-12, s. 13-14)*

Hon är alltså inte riktigt nöjd med alla resultat, eftersom ”Man vill ju så himla gärna att dom ska få med sig det och att alla ska få med sig det och så vill man att alla ska kunna allting efteråt”. (2006-06-12, s. 32)

När vi ett halvår efter genomförd undervisning diskuterar för- och eftertestresultat och också jämför med resultaten 2003, uttrycker Stina liksom tidigare att hon inte riktigt förstår att alla inte verkar säkra på att ärtskidorna bara kommer där det funnits blommor, trots att de varit noga med att titta på ärtblommorna och hur ärtskidorna bildas vid blomman:

*S: Mm, och det är lite...Det är lite märkligt att inte dom...Vi hade ju ändå dom framme och tittade verkligen på var dom kommer, och så där. Och vi kunde ju t.o.m se blomman, liksom hänga kvar längst ut på...*

E: För det var väl så att ni fick jättemånga såna tydliga...

*S: Ja, vi (ej hörbart) på det och höll upp och visade och man fick gå och titta och dom var ju väldigt observanta på att kolla: "Och kolla jag har fått.. och nu blommor det och nu kommer ärtskidan här" och "Kolla här hänger blomman kvar längst ut" /.../ Men det är ju några som inte har... som inte hade intresse... (2006-12-15, s. 16)*

## Transfer blir ett mål

När jag frågar om hennes mål med undervisningen förändrats under undervisningens gång, svarar hon att det blivit mer fokus på en del mål än andra, som kring pollinering och befruktning och på att försöka få eleverna att se hur det de gör inomhus hör ihop med det som sker utanför klassrummet:

*S: /.../ och det känns också som om jag lagt mycket kraft på att försöka få dom och koppla det lilla vi gör här inne till, ut till verkligheten...naturen utanför liksom...*

Hon säger sedan att skälet till att det blivit mycket koncentration på just detta är att det var spännande eftersom hon tyckte att ”vi fick dåligt resultat på det förra gången... så ville jag liksom se om jag kunde påverka det mer”.

Hon uppvisar nu en medvetenhet om att det krävs mycket för att eleverna skall använda sina kunskaper om en organism på en annan och från ett sammanhang till ett annat. Hon återkommer till detta senare och refererar då också till dagboksanteckningar som hon skrivit under våren. Det handlade om att trots att hon uppmanade eleverna att sätta det de lärt sig i teorin om pollinering och befruktning i samband med trädets förökning och livscykel, så var det inte på något sätt självklart:

*S: /... först fick dom gå ut och sätta den här teorin i samband med sitt träd, som dom har studerat, det var ? grenen, och det var ju jättesvårt, dom har ju jättesvårt för detta. Sen fick dom sätta det i samband med blåbärsriset och då gick det betydligt lättare, men det var fortfarande inte självklart. (2006-06-12, s. 29)*

Under vårterminen 2006 beskriver Stina i sin dagbok en utelektion med syfte att eleverna skulle lära sig att känna igen blommor på ris och träd, liksom att frukten/fröet bildas vid blomman och att detta är en generell företeelse för växter. Hon kommenterar då hur svårt eleverna har för att använda sina kunskaper om förökningen hos ärter och bönor på träden och hon låter dem genomföra ytterligare uppgifter för att ”träna” dessa nya tankar – att både träd och ris har blommor, precis som ärtplantorna och att frukterna/fröna bildas där.

## **Begreppsintroduktioner behövs**

När jag frågar om det är en ny insikt för henne att det är svårt att koppla det teoretiska till det praktiska, svarar hon att det till viss del är så, men också att det inte är självklart att praktiskt arbete (i NO-undervisningen) leder till lärande:

*S: Ja, jag tror.../.../ och också att praktiskt arbete alltid ska va så himla bra. Att det praktiska arbetet det visar... då förstår dom sammanhangen och...*

E: Hands-on

*S: Ja, det är ju jättebra med det praktiska arbetet, men det kräver ju verkligen diskussionerna kring vad är det jag ser? ...*

E: För att...?

*S: för att det ska leda till lärande, alltså inte bara en upplevelse (2006-06-12, s. 30)*

Eleverna behöver alltså få hjälp att observera och dra slutsatser, för att det inte bara skall bli en upplevelse, säger Stina nu.

Vi talar sedan om det tillfälle när hon efter samråd med mig bestämt sig för att berätta för eleverna om pollinering och befruktning, inför det att de skall studera sina ärtplantor. Hon insåg att de behövde bli bekanta med begreppen för att rimligen ha en chans att observera det hon avsåg. Hon säger: ”Annars blir det upplevelsen, men dom kopplar inte ihop det, dom får inte sammanhangen om dom inte har begreppen” (2006-06-12, s. 30)

Det lektionstillfälle hon refererar till, ett halvår efter avslutad undervisning, när Stina bestämt sig för att introducera begrepp att observera och resonera med, hade föregåtts av en dagboksanteckning där hon funderar över just detta:

En reflektion som jag har i samband med hela arbetet är att det är svårt att veta hur mycket jag ska berätta och säga kring det arbete vi gör. Det är hela tiden en svår balans mellan att berätta och ”lära ut” och att bevara spänningen och nyfikenheten genom att låta dem vara ”ovetande” och att de själva ska komma fram till ”sanningen”. Jag har kommit fram till att jag tror att jag är lite för rädd för att nyfikenheten ska försvinna om jag undervisar mer och tänker försöka ändra lite på detta. Om de får teorin och sedan får se att den stämmer med verkligheten kan nog också leda till ett gott lärande funderar jag. (2006-04-24, s. 2)

I den avslutande intervjun i december 2006, återkommer vi till denna diskussion:

*S: /.../. Jag bestämde mig efteråt för att jag tyckte att det var bättre att ge dom begreppen innan... för att använda dom...*

E: Befruktning och allt detta...

*S: Ja, precis, för att dom skulle använda dom när dom själva pratade sen, så att dom inte hittade på egna ord, och sen skulle dom lära sig nya ord efteråt, utan ge dom begreppen och så... lära sig använda dom.*

E: Ja, just det, och det var också för att dom skulle observera på rätt sätt också, var det inte det? Att du ville att dom skulle kunna titta och se, eller var det för att dom skulle kunna beskriva detta med egna ord?

*S: Ja, det var nog främst för att det skulle vara lättare för dom att beskriva och för att dom liksom skulle... att det blir ju på nåt sätt att tänka att där är begreppen och dom skall jag få med liksom, så att man inte hoppar över nåt led utan...*

E: Som lärare?

*S: Ja*

E: Menar du? Att du inte hoppar över nåt led som lärare?

*S: Ja, när dom sen skulle beskriva, så hade ju dom ett visst antal begrepp, som på nåt sätt har med detta och göra och då blir det liksom, får vi med.. Var kommer dom olika begreppen in i det hela och... hur hänger det ihop? Så det tyckte jag... det skulle jag definitivt göra igen, att inte va så rädd för att gå in och liksom ge dom orden, begreppen/ .../ (2006-12-15, s. 13-14)*

Här visar Stina, att hon har insett betydelsen av att introducera begrepp. Samtidigt ser hon värdet i att eleverna får uttrycka sig enskilt och tillsammans. Så här skriver hon per e-post till mig i maj samma år:

/.../ Genom att ha gemensamma reflektioner över det som hänt och tillsammans fundera över hur det hänger ihop tar eleverna in varandras tankar mer än om jag skulle stå och berätta. Tycker att det ger ett bättre resultat när jag ställer frågor och eleverna får komma fram till svaren än att bara ge "sanningen". (Stina, e-post 2006-05-19)

## 8.3 Intresse för och kunskap om elevers föreställningar

Vid den inledande intervjun inför undervisningen 2003 blir Stina intresserad när jag ber om hennes åsikt om några elevuppgifter som skulle kunna användas som testfrågor före och efter undervisningen. Hon ger många konstruktiva synpunkter på både innehåll och form av uppgifterna. "Det här är ju gôrspännande", säger hon.

### **Intresserad av elevernas funderingar**

När undervisningen avslutats våren 2003 berättar Stina att hon anser att det är viktigt att barnen blir engagerade och att hon tror att detta dels gör att de lär sig bättre, dels att det väcker frågor hos dem hela tiden. På min fråga om hon tror att eleverna lär sig mer om de blir engagerade, svarar hon:

*S: Mycket bättre, det är stor skillnad och sedan så väcker det ju frågor hos dem hela tiden när de tycker att det... när de blir lite nyfikna. Det märker man här nu, de kan fråga om allt möjligt i samband med detta, det leder till fler frågor som kanske gått ut lite på sidospår från det vi jobbar med men just att de får dem att tänka efter och får dem att fundera. Det har detta gjort, de funderar jättemycket på det här och drar paralleller. "Om det fungerar så med den här varför fungerar det inte på samma sätt för någon annan". Och så har ju evolutionen kommit in jättemycket eller de har ju frågat väldigt mycket: "Ja, men hur kom den första flugan till då?" och: "Ja, men den första tallen", när de fick det här tallproblemet "Var kom den ifrån?" (2003-06-11, s.7)*

Stina berättar alltså efter undervisningen 2003 att hon är intresserad av elevernas funderingar och att hon också delvis utgår från dem i undervisningen.

Ett halvår efter avslutad undervisning, dvs. i december 2003, tar hon upp att eleverna behöver få möjlighet att återkomma till och repetera för att deras tidigare föreställningar skall ändras:

*S: ...Det är ju lite så med dom här... Vad heter det? Vardagsföreställningarna. ...som dom har. Att dom är ju ganska svåra och... Och bryta...eller ta bort... Och*

*det räcker inte att prata om det en gång...för att dom ska ändra på dom liksom.  
(2003-12-15, s. 3)*

Under den andra undervisningsomgången i april 2006 besöker jag Stina på skolan och hon berättar då om en händelse i klassen. Det handlade om att några elever tyckte att det hänt något konstigt med deras böna. Bönskalet satt fortfarande kvar på den lilla stjälken som precis kommit upp ur jorden, och de började undersöka detta tillsammans och tittade då också på ett tomt solrosfröskal:

*S:...så då kom ju automatiskt den här funderingen liksom, och då kom dom in på att det här bara var ett skal som skulle skydda och att fröet fanns liksom inuti och nu har det växt ut och grott då, kom dom in på att...Det var nån som sa att det gror och sen så växer det upp och så då har inte skalet nån funktion längre, så då trillar det ju av, typ, förklarade dom det som. Men det är ingen som har kopplat det till (ohörbart) bönan där ännu. /.../ Sen hade vi ju planterat en rostad kaffeböna...*

E: Ja, just det.

*S: ...och dom var ju osäkra på den då, och jag sa inte att den var rostad, då, när vi tittade på den, men igår då, när det inte hade hänt nånting, så var det nån som sa: Men det kan ju inte hända för den är ju rostad, sa nån, så då fick jag ju säga att: Ja, det är en rostad kaffeböna. /.../ Och då kom dom in på att: Ja, men om den är rostad, då kan den ju inte leva, längre, för tänk dig en rostad människa, den skulle ju inte kunna leva efteråt/.../ Men, så var det en tjej som sa: "Men tänk om det finns nåt litet liv kvar i den som inte har dött, då kanske den kämpar för att överleva nu, så den måste få vara kvar lite till!" (2006-04-06)*

Eleverna blir alltså engagerade och drar också paralleller till människan. Intervjuutdraget ovan visar att Stina är lyhörd för och intresserad av elevernas funderingar och att hon respekterar dem. Min uppfattning är också att hon här uppmuntrar elevernas nyfikenhet genom att själv vara med och undersöka.

I april 2006 berättar Stina för mig att hon ställt en fråga till eleverna om var de tänker sig att ärtan kommer ifrån:

*S: Nämen, den växer ju ut...Då var det nån som sa liksom att...det var ju två blad som hade vuxit ihop, var det nån som trodde och nån trodde att den kunde växa var som helst, men att det var många på varje ärtväxt, men ingen... var inne på att...och var ens i närheten av att en ärta blommade eller nåt sånt där. Så att det var lite spännande, så det hoppas ju jag att vi ska kunna åte...alltså vi kommer ju inte att använda förtetsfrågorna, vi kommer ju bara att ha diskussioner kring detta (???)...men däremot kommer vi ju att lägga ganska mycket...att titta på det, eftersom dom inte alls kopplade det, så tänkte jag att så fort vi får en blomma på en ärtväxt, så ska vi liksom titta på den och sen så ska ju dom som får blommor få i uppgift att studera väldigt mycket vad som händer. (2006-04-06, s. 7)*



Hennes sätt att beskriva detta visar att hon lägger vikt vid elevernas uppfattningar.

## **Elevernas uppfattningar som utgångspunkt**

När jag efter undervisningen 2006, ställer frågan om det hon läst i elevernas skrivböcker påverkat hennes undervisning på något sätt, svarar hon:

*S: Ja, alltså, i form av att om jag har läst något som jag har reagerat på eller så ...så har jag kunnat ta upp en diskussion utifrån det och det har också gett mig en förståelse för hur dom tänker kring det och vad...så det påverkar mig nog, alltså omedvetet, en del. (2006-06-12, s. 22)*

När vi går igenom målen för undervisningen i förhållande till resultaten på eftertesten säger Stina återigen att det är mycket lättare att förstå befruktning i djurens värld än när det gäller växter. Stinas intresse för hur eleverna svarat på eftertesten visar hon bl.a. när vi diskuterar frågan om blåbärsriset:

*S: Jag har ju läst allas... och på nåt sätt är dom ju inne på att när blomman har blivit befruktad - men alla uttryckte det inte så tydligt, men några uttrycker det ju väldigt tydligt... att det är där blomman har suttit som det blir ett blåbär, det var dom flesta med på, om jag inte minns fel.... Men det är ju också roligt, när dom sen fick svara på vad dom tyckte om olika blommor, så är blåbärsblomman både ful och ointressant (skratt), medan dom andra är fina och intressanta... (2006-06-12, s. 17-18)*

Stina kommer också in på hur svårt det är för eleverna att hålla ordning på vad som kommer först av pollinering och befruktning och att skilja på dem. Hon tycker att de har pratat mycket om detta och säger att ”förhoppningsvis så har dom med sig begreppen, så att dom nästa gång dom pratar om det eller jobbar med det så kommer dom mer naturligt.” (2006-06-12, s. 18)

För övrigt finns det många exempel 2006, som visar hur Stina kontinuerligt försöker förstå och få veta vad eleverna tänker och tror. Det visar sig 2006 att detta är en medveten undervisningsstrategi från Stinas sida. Så här säger hon vid ett tillfälle: ”Det utgår mycket från dom. Jag ställer mycket frågor till dom för att locka deras nyfikenhet, och det gör jag ju oavsett vilket område vi arbetar med...” (2006-06-12, s. 11)

## *Kunnande om elevuppfattningar*

Jag deltog under en lektion i slutet av hennes undervisning våren 2006, då jag tyckte att hon uppvisade att hon kunde det som forskningen visat om elevföreställningar inom de områden som lektionen kom att handla om

(genom de frågor hon ställde till eleverna och att hon inte gav sig förrän de förklarade i detalj hur de menade). Jag försöker därför vid den avslutande intervjun denna vår få veta om hon kan säga varifrån hennes kunskap kommer. Hon säger att den nog kommer från barnen:

*S: Var får jag sånt ifrån? (Skratt) Nämen, jag tror att det är, liksom...snappar upp det: kommentarer från barnen, alltså och funderingar...Det är ju mycket sådär..i det här arbetet, när man kommer på morgonen, så möts man ju utav...dom vill ju berätta...Det har hänt under natten, eller från igår, som dom vill berätta, eller säger saker och då kan det va kommentarer, som man hör, eller som inte direkt är ämnade för mig, om såna saker som att om pupporna skulle va, alltså att dom har dött då, eller... (2006-06-12, s. 26)*

Vi diskuterar detta ytterligare och hon kan inte riktigt svara på varifrån hennes kunskap kommer, men att det förstås är ett resultat av all hennes samlade erfarenhet, inklusive för- och eftertester.

### *Använder strategier för att eleverna skall reflektera*

När jag ställer några frågor till Stina via e-post med anledning av mitt ovan nämnda lektionsbesök framkommer det av hennes svar hur hon använder elevernas resonemang för att öka deras förståelse: ”De flesta funderar inte så mycket själva över varför saker och ting händer men när man börjar ställa nyfikna frågor till dem så börjar de resonera med sig själva och kommer fram till olika slutsatser över hur saker och ting hänger ihop.” (Stina, e-post 2006-05-19)

### *Intresse för elevernas svar på eftertesterna*

Vid intervjun ett halvår efter undervisningen, visar Stina att hon är intresserad av vad eleverna svarat på testerna och har mycket egna funderingar och kreativa idéer. Exempelvis undrar hon om det möjligen kan vara samma elever som inte svarar korrekt på frågan om pollenkornet som inte heller svarat att ärtskidan bildas där blomman suttit. Hon funderar också på i vilken mån eleverna verkligen förstått att en ört och ett träd är samma typ av organism, och att det kan vara ett skäl till att så många har svårt att överföra kunskaperna om hur en ört förökar sig till hur ett träd förökar sig. Hon påpekar också svårigheterna för eleverna att generalisera när det gäller växterna, från en sexuell förökning till en annan, eftersom det faktiskt är så att det finns växter som också förökar sig vegetativt. Stina berättar också att hon nu märkt en svårighet med att förstå vad befruktning är. Hon säger att eleverna tänker sig att det är själva mötet mellan hane och hona, inte mellan

hancell och honcell och att för många elever kan ”befruktning” handla om själva parningsakten, medan pollineringen är det som kommer sedan. Det är därför inte så konstigt, menar hon, om eleverna blandar ihop begreppen pollinering och befruktning och att dessa länge bara varit konstiga ord. Hon påminner mig om att hon själv tagit upp detta med mig, vad som är skillnaden, i början av terminen.

## 8.4 Användning av formativ och summativ utvärdering

Föregående avsnitt visar hur Stinas intresse för och kunnande om elevernas föreställningar ökar medan studien pågår. I vilken mån hennes insikter har betydelse för hennes undervisning beskrivs översiktligt i detta avsnitt. Mer konkreta exempel återfinns i kapitel 9, som beskriver hur Stinas undervisning förändras.

Stina uppvisar redan innan undervisningen om växters och djurs livscyklar startar våren 2003 ett intresse av att utvärdera vad eleverna kan och vad de lär sig. Sannolikt beror detta på att hon gått på fortbildning halvåret innan, där formativ utvärdering betonas. I direktiven till den dagbok som Stina skriver som en obligatorisk del i denna fortbildning, ingår att hon skall reflektera över den formativa utvärderingen och tala om i vilken mån och på vilket sätt resultatet av den påverkar den fortsatta undervisningen. Min handledning går också mycket ut på att stimulera till både den formella och informella utvärderingen.

### **Begynnande intresse för utvärdering**

Vid intervjun i februari innan livscykelundervisningen startar, ställer jag frågan: ”Hur brukar du ta reda på vad eleverna kan eller har lärt sig i NO?” Frågan inspirerades av en undersökning som genomförts tidigare (Johansson & Emanuelsson, 1997). Stina svarar:

*S: Ja, det är lite olika. Ibland så har jag ju startat med nån form av... brainstorming på tavlan. Att de får säga vad de tänker på... För att få ett grepp om vad de kan och sen utifrån det lägger jag upp... Och sen så... Du vet, vi har haft mycket experimenterande. /.../ dom har fått prova massa olika experiment och så får dom skriva rapporter kring detta och sen så kan det bli att man ställer... Vi har inte direkt haft några prov utan... Elektriciteten var ju mer då... Men annars, innan dess har vi ju inte haft några prov eller så som jag har följt upp utan mer att jag*

*går runt och lyssnar och sätter mig slumpmässigt hos eleverna och frågar vad dom tänker kring olika och...Hur det gick och varför resultatet blev som det blev och... ibland inför helgrupp också. (2003-02-26, s. 6)*

Stina har alltså tidigare inte genomfört någon systematisk utvärdering för att ta reda på vad eleverna kan, även om hon ger uttryck för att vara intresserad av deras funderingar. Hon ställer frågor och går runt och lyssnar på eleverna när de genomfört experiment. Utvärdering av elevens kunskande om "Elektriciteten" som hon refererar till, ingick i den fortbildning som hon påbörjat halvåret innan.

### **Börjar använda skrivböcker i formativt syfte**

Vid denna inledande intervju framkommer det att Stina dittills inte använt någon skrivbok i NO, utan mest använt sig av lösa blad, som eleverna gjort en "bok" av när ett avsnitt avslutats. Böckerna har blivit fina, säger Stina, men hon är ändå inte riktigt nöjd med detta system. När jag ställer frågor för att förstå varför, svarar hon:

*S: /... /Dom tycker ju inte om att skriva. Jag har ju märkt ett motstånd kring att ställa hypoteser och skriva ner och rita ner resultat och iakttagelser och slutsatsen. Dom tycker att det är jobbigt och liksom tycker att det är ganska tråkigt. Och jag vet inte om det har att göra med att dom får det på ett lösblad eller om det hade vart roligare om man har sin NO-dagbok eller sin NO-bok /... / (2003-02-26, s. 6-7)*

Jag frågar om hon tycker att detta vore värt att pröva och så småningom kommer Stina fram till att hon skall pröva att använda skrivbok istället för lösblad. Jag får då inte veta så mycket om hennes vana att läsa vad barnen skriver. Vårt samtal handlar mest om att eleverna inte tycker om att skriva och om de möjligen kan tycka att det blir roligare om de får skrivböcker istället.

Efter det att undervisningen avslutats denna vår, 2003, har vi återigen ett samtal. På min fråga om hur hon fått veta vad barnen har haft för tankar om det som ingått i undervisningen, svarar hon:

*S: Genom deras dagboksskrivande har man fått reda på det och sedan att det har varit mycket diskussioner och genom att man hela tiden frågar: "Vad är detta? Vad tror ni ska hända nu? Vad ska vi..?", så har man fått ta del av deras tankar. Sedan förtestet lite grand också, tycker jag. (2003-06-11, s. 10)*

## Kommentarer i elevernas skrivböcker

Det är alltså första gången Stina använt skrivbok i NO och också systematiskt läst dessa och skrivit kommentarer i dem. Hon är övertygad om att hennes kommentarer har betydelse för hur mycket och gärna eleverna skriver:

E: Du har ändå kommenterat, vilken betydelse tror du det har haft att du har gått igenom noggrant och kommenterat?

S: *Det tror jag har varit jätteviktigt och det gjorde jag väldigt mycket i början också och då var jag noggrann med om de inte hade skrivit om någonting eller inte, så skrev jag med blyerts bara: "Men gjorde du ingenting mer?" eller: "Vad hände när du gjorde så?", eller: "Hur såg det ut där?", osv. Men det har inte riktigt räckt, tiden. Jag har inte gjort det fullt ut.*

E: Du har inte fortsatt på samma...?

S: *Inte lika noggrant, och då har det blivit mindre och jag tror att det har jättestor betydelse. För det bästa är om de skriver och jag tittar samma dag eller dagen efter och de får tillbaka en kommentar för då har det inte hunnit hända så mycket nytt. Nu om de kunde få tillbaka två veckor efter så var det ju ingen mening och svara på den frågan som jag hade skrivit, för det hade hänt så mycket annat nytt. (2003-06-11, s. 17)*

Stina har alltså givit varje elev enskild "feedback" på sina observationer genom att hon kontinuerligt läst deras skrivböcker och kommenterat dem.

När det gäller förtestfrågorna anser hon nu efter den första undervisningsomgången att det är bra både för att det kan motivera eleverna och för att det hjälper henne att planera undervisningen.

## Muntlig repetition

När jag ett ett halvår efter avslutad undervisning 2003, frågar Stina om hon medan undervisningen pågår funderar över vad eleverna lär sig, svarar hon:

S: *Ja. Och sen så gör jag nog kanske ofta små såna... Det där som vi pratade om för två veckor sen. Vad var nu det? Sådär lite småkoll och repetera lite så. Bara på samlingen på morgonen eller...*

E: Du repeterar vad ni har gjort...

S: *Ja, vad vi har gjort eller...Och återberättar ganska mycket, tror jag.*

E: Gör du det?

S: */.../ Ja, i alla sammanhang. Om vi ser på film eller vad vi än gör. Att man sen kör en koll med eleverna ... Vad var det som hände och så får dom i första hand*

*berätta, men kan dom inte det... Att vi tar det.../.../ ... Och det tror jag gör mycket mer nu än vad jag har gjort innan. (2003-12-15, s. 6-7)*

## **Använder förtestresultaten för sin planering**

Under sin undervisning 2004, genomför Stina förtester och eftertester och beskriver resultaten från dessa mycket noggrant i sina dagboksanteckningar och reflekterar över dessa.

Vid planeringen av undervisningen 2006 återkommer Stina till att förtestresultaten blir en hjälp för henne att veta vad hon skall fokusera, särskilt som hon tror att denna grupp jobbat ganska mycket med djur och växter med en lärare de haft tidigare. Hon ser alltså fortfarande ett värde med att göra förtest. När detta genomförts, tittar Stina också omedelbart igenom elevernas svar. I sin dagbok skriver hon att hon hade fel när hon trodde att dessa elever ”skulle ha goda förkunskaper inom området” och tror att hon behöver ägna tid åt detta för att ”göra det begripligt för dem” (D 2006-03-06). Stina uppmärksammar också genom förtesten att det var några elever som svarat att de inte tycker det är roligt att plantera. Hon skriver i dagboken att hon därför studerar dessa extra noga under den lektion då de sår sina ärtor. Eleverna får under denna lektion i uppgift att i sina skrivböcker formulera en hypotes om vad de tror kommer att hända med ärtorna fram till sommarlovet. Stina skriver i sin dagbok:

Nu när jag läst igenom böckerna inser jag att hypotesskrivningen inte engagerade dem något nämnvärt. De har skrivit väldigt kortfattat och uttryckt sig luddigt. T.ex. att ärtorna kommer att börja växa. (Hur menar de? Kommer de gula ärtorna växa och bli större gula ärtor eller menar de att det kommer att växa upp en planta???) Jag har ställt frågor och kommenterat deras hypoteser så att de kan utveckla dem vilket de ska få göra snarast. Det som däremot förvånade mig var att så många haft lättare för att skriva hur det upplevt arbetet och varför. /.../ (Stinas dagbok 2006-03-13)

Stina har alltså reflekterat över vad eleverna svarat på förtesten och hon lägger vikt också vid elevernas upplevelser av undervisning. Det framgår också att Stina funderar över vad eleverna egentligen menar med vad de skriver, liksom att hon ger eleverna kommentarer på vad de skrivit och ber eleverna utveckla detta.

Medan undervisning pågår finns det ytterligare många exempel som visar hur Stina kontinuerligt försöker förstå och få veta vad eleverna tänker och tror. Detta berörs också i kapitel 9. Det visar sig under denna sista undervisningsomgång att det är en medveten undervisningsstrategi från

hennes sida. Så här säger hon vid ett tillfälle: ”Det utgår mycket från dom. Jag ställer mycket frågor till dom för att locka deras nyfikenhet, och det gör jag ju oavsett vilket område vi arbetar med...”(2006-06-12, s. 11)

## **Ställer frågor för att ta reda på vad eleverna kan och förstår**

När jag undrar efter det att undervisningen avslutats i juni våren 2006, på vilka olika sätt hon har försökt ta reda på vad eleverna kan och förstår under undervisningen, svarar hon: ”Med frågor”, men kompletterar också med att de också fått skriva, men att de sällan fått göra detta fritt, utan att det ofta varit utifrån begrepp.

Ett exempel är när Stina har sin teoretiska genomgång om fortplantning, pollinering och befruktning. Så småningom ställer hon en fråga om varifrån växternas frön kommer. Stina får då veta att ingen säger sig ha funderat över detta. (D 2006-04-26)

På min fråga om hon nu varit lika noga med att titta i elevernas skrivböcker som tidigare, svarar hon att hon samlat in dem och visat att hon har läst dem i form av en kommentar eller med en stämpel. Hon säger också att hon upplever att kommentaren från henne blir betydligt viktigare för eleverna när de har en bok att skriva i istället för lösa blad.

När jag efter det att undervisningen avslutats 2006 undrar om hon tänker sig att hennes kunskaper om vad eleverna kan och förstår har betydelse för hennes sätt att undervisa, svarar hon:

*S: Det har ju en jättebetydelse och det förändrar ju med, för nästa gång jag kommer att göra det, så kommer säkert fler erfarenheter att komma till, som gör att jag förändrar ytterligare någonting, eller trycker ännu mer på. Alltså jag kan ju tänka mig att eftertestresultaten från det här sen kan ju påverka mitt sätt till nästa gång jag gör arbetet. Precis som förra gångens resultat när vi kunde se att dom inte hade grepp på pollinering och befruktning, har lett till att jag, för det va ju omedvetet, fast nästan medvetet, att vi lagt mycket krut på det nu.. /.../ ...så det är ju klart...det förändras ju och det spelar ju jättestor roll.... Sen är det ju det här sättet att ställa frågor som jag använder mig mycket av, alltså att få dom, att tvinga dom till att säga, alltså inte nöja mig med ett luddigt svar, och det är ju nåt som utvecklas ju i alla ämnen jag undervisar i... och det blir jag ju bättre och bättre på, att kunna ställa dom rätta frågorna... av träningen. (2006-06-12, s. 27-28)*

## **Intresserar sig för eftertestresultaten**

Stina visar ett fortsatt intresse för resultaten på eftertesten när vi träffas för att genomföra en intervju efter avslutad undervisning 2006. Hon har gjort en egen sammanställning av svaren på flera av frågorna och berättar för mig vad eleverna har skrivit. Detta intresse kvarstår vid intervjun ett halvår efter avslutad undervisning detta år. Hon har då i förväg fått sammanställningar av mig över resultat både 2003 och 2006. Hon har mycket egna funderingar och kreativa idéer till varför eleverna svarat på ena eller andra sättet.

## **8.5 Sammanfattande analys och slutsatser**

Min analys av lärarens utveckling med avseende på de fyra aspekterna sammanfattas här.

### **Naturvetenskapligt kunnande om biologiska livscyklar**

#### *Fördjupade kunskaper om begrepp som rör växters och djurs livscyklar*

Stina är till en början osäker på en del aspekter av biologiska livscyklar, särskilt växters sexuella förökning. Underhand ökar hennes kunnande och hon för betydligt mer avancerade resonemang om begrepp som rör växters och djurs livscyklar under den sista undervisningsomgången. Vi diskuterar t.ex. vad puppstadiet egentligen innebär, detaljer i pollinering respektive befruktning, sexuell och asexuell förökning och skillnader mellan könsceller och kroppsceller. Hon visar också ett intresse för förökningen hos andra organismer än för de som ingår i undervisningen.

#### *Ökat intresse för naturen som utgångspunkt i undervisningen*

När det gäller att se sambandet mellan teorier om förökning och delar av växters och djurs livscyklar i deras naturliga miljö, uttrycker Stina en tydlig osäkerhet initialt. Våren 2006 har denna osäkerhet bytts till en betydligt bredare kunskap om och säkerhet i att använda sig av utemiljön i sin undervisning.



### *Ökat generellt kunnande och intresse för sammanhang*

Från att ha en begränsad kunskap om förökning hos framförallt växter har Stina vid studiens avslutning fått en fördjupad insikt om generella principer för växters förökning, samtidigt som hon ser att det finns många olika förökningsstrategier. Hon upplever att hon fått ett vidgat intresse för växters och djurs livscyklar och att ”det känns så viktigt för att förstå hela naturen och sammanhangen”. Hon har t.ex, inte tidigare tänkt på att träden blommar eller varför de gör det och hon vill nu att eleverna skall få de insikter hon själv fått

### *Ökade insikter om livscyklar som ett centralt och stimulerande innehåll i NO-undervisningen*

Stina berättar att hon från början varit ointresserad av livscyklar, men att hon under sin fortbildning blev intresserad och att intresset ökade när hon upptäckte elevernas engagemang när undervisningen pågick. Särskilt uppmärksammade hon att annars svårmotiverade elever blev intresserade och att studierna stimulerade deras skrivande. I slutet av studien funderar hon över om inte livscyklar skulle kunna vara utgångspunkten för all NO-undervisning i årskurs 1-5.

## **Undervisningsstrategier och idéer om lärande**

### *En mer aktiv lärare*

Initialt säger Stina att hon tror att elever lär sig bäst med ett undersökande arbetssätt. Eleverna gör sina egna experiment och skall upptäcka själva. Läraren är dock inte helt passiv utan introducerar och ställer frågor. Stinas utgångspunkt är att om hon kan få eleverna att vara nyfikna ökar deras intresse och därmed påverkas också deras lärande. Hon har ett tillåtande klassrumsklimat och välkomnar och utgår gärna ifrån elevernas frågor och ser ett värde i att variera arbetssättet.

Successivt uttrycker hon därefter en ökande medvetenhet om betydelsen av att hon som lärare agerar mer för att få eleverna att observera det hon tänker sig och att ge dem verktyg att resonera med, för att de skall lära sig något av det praktiska arbetet.

*”Dom får inte sammanhangen om dom inte har begreppen!”*

Under vårterminen 2006 tar Stina ett beslut att introducera begrepp för eleverna, eftersom hon märkt att de har svårt att uttrycka sig om sina

observationer. Hon genomför därför en lektion med introduktion av bl.a. pollinering och befruktning. Hon tror att en medvetenhet om detta ökar deras möjligheter att observera det hon vill att de ska uppmärksamma.

Stina har alltså nu kommit till insikt om att undersökande arbete i sig inte leder till kunskap, utan att detta kräver att eleverna får hjälp att observera och dra slutsatser, för att det inte bara skall bli en upplevelse. När vi senare talar om detta i den intervju vi har efter det att undervisningen avslutats i juni 2006, säger hon att hon insåg att de behövde bli bekanta med begreppen för att rimligen ha en chans att observera det hon avsåg. Hon säger: ”Annars blir det upplevelsen, men dom kopplar inte ihop det. Dom får inte sammanhangen om inte dom har begreppen!” (2006-06-12, s.30).

### *Ökad medvetenhet om betydelsen av begreppsanvändning i olika kontexter*

Stina når en allt djupare insikt om vilka svårigheter eleverna har att överföra de sina kunskaper om en organism till en annan och kunskaper från ett sammanhang till ett annat. Förutom att hon återkommer till detta i våra samtal framkommer det också av hennes dagboksanteckningar och hon funderar mycket över vad som behövs för att öka elevernas möjligheter att utveckla en mer generell kunskap.

### *Ökad medvetenhet om betydelsen av diskussion*

Stina har diskussioner med eleverna även under den första undervisningsomgången 2003 och då oftast i helklass, men de tycks då inte vara lika välplanerade och målinriktade som de är vårterminen 2006. Inför undervisningen 2006 skriver hon in i sin planering i vilka sammanhang hon tänker sig diskussioner i smågrupper respektive storgrupper. Hon uttrycker också att hon ser ett värde i att eleverna får lyssna på varandras sätt att förklara. Återigen är det uppenbart att Stina blivit mer aktiv när det gäller att organisera och leda undervisningen. Det blir nu tydligt att hon tänker sig att det är viktigt att få eleverna att tänka, förklara och argumentera. Detta visar, menar jag, att hon börjar komma till insikt om att det är eleven som bygger upp sin kunskap i förhållande till sin omvärld.

## **Intresse för och kunskap om elevers föreställningar**

### *Medveten om och intresserad av elevernas föreställningar*

Redan vid studiens början våren 2003 uttrycker Stina ett intresse för elevernas tankar, funderingar och kunskaper. När undervisningen avslutats denna vår beskriver hon hur hon försökt ta reda på elevernas uppfattningar genom att ställa frågor till dem.

### *Elevernas uppfattningar blir en utgångspunkt*

Under den sista undervisningsomgången, våren 2006, framgår det att Stinas intresse för och kunskap om elevernas föreställningar under dessa år har ökat. Hon försöker under denna senare period kontinuerligt på olika sätt ta reda på vad eleverna tänker, kan och förstår. Bortsett från att Stina intresserar sig för förtesterna och självmant går igenom resultaten från dessa, läser hon noggrant elevernas skrivböcker och ger eleverna en mängd olika typer av uppgifter både i grupp och i helklass. Hon har också många diskussioner med dem för att locka fram och ta reda på hur de tänker om olika företeelser som ingår i begreppet livscykel. Hennes frågor till eleverna blir mer utmanande, mer detaljerade och ämnesmässigt mer specifika. Hon reflekterar också över elevernas sätt att förstå på ett mer medvetet sätt än tidigare. Vid den avslutande intervjun, i december 2006, visar Stina ett genuint intresse för vad eleverna svarat på testerna och har många egna funderingar och kreativa idéer.

## **Användning av formativ och summativ utvärdering**

### *Från början en insikt om att eleverna inte alltid lär sig det man tror*

Stina har inom sin fortbildningskurs genomfört och utvärderat diagnostiska uppgifter. Möjligen bidrar detta till att hon redan vid studiens start har en insikt om att elever inte alltid lär sig det man tror.

### *Börjar genomföra utvärdering av vad eleverna lär sig*

Under våren 2003 börjar hon regelbundet ge varje elev skriftliga kommentarer i deras skrivböcker i NO. Stina reflekterar över vad de skriver och ser nu ett värde också i förtestuppgifterna, både som motivation för eleverna och för hennes planering.

### *Utgår från utvärderingsresultat i sin planering*

När den sista undervisningsomgången startar, våren 2006, har en utvärderingskompetens utvecklats på flera olika plan. Hon visar ett fortsatt stort intresse för både utformningen och resultatet av förtester, eftertester och fördröjda eftertester. Stina planerar sin undervisning mot bakgrund av tidigare erfarenheter och testresultat. När förtesten 2006 genomförts tittar hon omedelbart igenom dem och kommenterar sina intryck och anpassar sin planering efter denna. Bl.a. uppmärksammar hon några elever som svarat att de inte tycker om att planera liksom att eleverna inte har de goda förkunskaper hon tidigare trott. Stina visar också att hon lägger vikt vid hur eleverna formulerar sig i sina skrivböcker och ber dem utveckla vad de egentligen avser.

## 8.6 Resultatdiskussion

Ovanstående slutsatser beskriver min tolkning av hur Stina utvecklats från 2003 till 2006, när det gäller undervisning om biologiska livscyklar. Jag har gjort nedslag i hennes utveckling, särskilt under det första och sista året under denna period. Syftet har varit att försöka kartlägga Stinas kompetens när det gäller undervisning om biologiska livscyklar, för att få en möjlighet att försöka relatera hennes kompetens till vad eleverna lär sig. Stinas utveckling är förstas ett resultat av hennes ökande lärarerfarenhet generellt, men den fortbildning hon deltagit i med inriktning på ämnesdidaktik och formativ utvärdering, liksom min handledning under de perioder som studien pågått, bör också ha betydelse. I detta kapitel är det dock en kartläggning av Stinas utveckling som är i fokus och inte att ge en förklaring till denna.

Min slutsats är alltså att Stina genomgått en utveckling när det gäller samtliga aspekter som jag studerat. Dessa olika aspekter går förstas inte att enkelt särskilja och de påverkar varandra sinsemellan. Det innebär också att denna utveckling är dynamisk och att kompetens inom en aspekt inte behöver betyda att kompetens inom en annan finns samtidigt eller alltid.

Stinas utveckling när det gäller hennes kompetens att undervisa biologiska livscyklar, skulle kunna beskrivas i olika faser. För att göra denna utveckling tydlig, har jag konstruerat en matris bestående av de fyra undersökta aspekterna och tre olika faser som jag betecknat ”Utvecklingsfas” 1, 2 respektive 3 (Tabell 8.1). Innehållet i denna bygger dels på min empiriska

studie av Stinas utveckling, dels på slutsatser från annan forskning. De gråmarkerade delarna dvs. fas 1 när det gäller ”Undervisningsstrategier och idéer om lärande”, ”Intresse för och kunskap om elevernas föreställningar” samt ”Användning av formativ och summativ utvärdering”, har jag konstruerat på grundval av slutsatser från tidigare forskning. Detta har jag gjort eftersom mina analysresultat visar att Stina i början av studien har en begränsad kunskap om växters och djurs livscyklar, men jämfört med annan forskning, en påbörjad kompetens när det gäller de tre övriga aspekterna. Här motiverar jag kort min beskrivning av fas 1 när det gäller dessa tre aspekter.

När det gäller lärares uppfattning om ”Undervisningsstrategier och idéer om lärande” (B1) är det t.ex. vanligt med envägskommunikation, enligt Osborne och Dillon (2008) och van Zee m.fl. (2001) har visat att lärare ställer fler frågor än eleverna. Carter och Doyle (1987) drar slutsatsen av en forskningsöversikt att lärares undervisning ofta grundar sig på praktiska överväganden och Emanuelsson (2001) finner i sin studie, att för lärare i matematik och naturvetenskap var procedurerna i klassrummet det viktiga.

För aspekten ”Intresse för och kunskap om elevernas föreställningar” (C1) visar ett flertal studier, enligt Abell (2007) att det är vanligt att lärare inte känner till elevernas föreställningar om olika naturvetenskapliga fenomen. Andra studier visar att lärare med mindre lärarerfarenhet tar elevernas lärande för givet (Emanuelsson, 2001) och Vikström (2005) menar att även om läraren har en egen god förståelse av undervisningens innehåll, är det ingen garanti för att läraren reflekterar över kvalitén över elevernas förståelse. En enkät av Aguirre, m.fl. (1990) visade vidare att en stor del av blivande lärarstudenter, gav uttryck för en syn på lärande som ett passivt mottagande av kunskap.

Angående aspekten ”Användning av formativ och summativ utvärdering” (D1) visar en omfattande forskningsöversikt (Black & Wiliam, 1998a) att formativ utvärdering inom undervisning är svagt utvecklad internationellt sett. Johansson och Emanuelsson (1997) har genomfört en studie som innehåller exempel på detta även från svenska skolor.

Syftet med denna studie av Stinas kompetens är som ovan framhållits inte att bedöma hur Stinas kompetens förhåller sig till andra lärares, utan att göra en kartläggning av hennes kompetens under de olika perioder som denna studie pågår. Innehållet i denna matris skulle kunna betraktas som en hypotetisk beskrivning av Stinas kompetensutveckling, med utgångspunkt från en

tidpunkt innan hon påbörjade sin fortbildning om naturvetenskaplig undervisning och formativ utvärdering, eller om man vill, som en möjlig modell av en lärares utveckling när det gäller undervisning om detta specifika ämnesområde.

Tabell 8.1. En möjlig modell av hur en lärares kompetens att undervisa om biologiska livscyklar skulle kunna utvecklas. De vita delarna är baserade på denna studies empiri, de grå baseras på slutsatser från tidigare forskningsresultat.

ASPEKT	UTVECKLINGSFAS		
	1	2	3
<i>A. NATURVETENSKAPLIGT KUNNANDE</i>	Osäker på begrepp och företeelser om biologiska livscyklar, inklusive kunskaper om att använda levande växter och smådjur i undervisningen, både utomhus och inomhus.	Ökande insikt om begrepp som rör livscyklar. Börjar se mönster och sammanhang. Ökad trygghet i, och kunskaper om, att använda levande växter och smådjur i undervisningen.	Fördjupade, generella kunskaper som rör livscyklar. Ser mönster i hur förökning sker hos både växter och djur. Tar initiativ när det gäller att studera livscyklar ”i fält” och inomhus.
<i>B. UNDERVISNINGSTRATEGIER OCH IDÉER OM LÄRANDE.</i>	Envägskommunikation. Det praktiska i undervisningen dominerar.	Tillbakadragen lärare. Aktiva elever. Eleverna skall undersöka och upptäcka själva. Tillåtande klassrumsklimat.	Aktiv lärare. Aktiva elever. Läraren introducerar och förklarar begrepp. Tillåtande klassrumsklimat. Exempel, tillämpning och begrepps-användning i olika kontexter.
<i>C. INTRESSE FÖR OCH KUNSKAP OM ELEVERNAS FÖRESTÄLLNINGAR.</i>	Tänker sig inte att elevernas föreställningar har någon betydelse. Elever ses som passiva mottagare av kunskap.	Medvetenhet om att elever har föreställningar om sin omvärld, men försöker bara i ringa omfattning ta reda på dem och har inga utvecklade instrument för detta.	Ser elevernas föreställningar som centrala och anstränger sig kontinuerligt för att ta reda på dem. Har utvecklat rutiner för att göra detta.
<i>D. ANVÄNDNING AV FORMATIV OCH SUMMATIV UTVÄRDERING</i>	Föga kunskap om att det inte är säkert att eleverna lär sig det man tror. Genomför ingen utvärdering. Elever lär sig genom att man ”går igenom” ett avsnitt.	Insikt om att elever inte alltid lär sig det man avsett. Genomför utvärdering.	Insikt om att det inte är givet att elever lär sig det som undervisas. Genomför utvärderingar och formar undervisningen utifrån dessa.

I denna beskrivning kan fas 1 betraktas som uttryck för en s.k. empiristisk syn på lärande. Enligt denna är kunskapsöverföring relativt oproblematiske. Eleven lär sig det som förmedlas av läraren, dvs. läraren tänker sig att eleverna lär sig naturvetenskapliga teorier genom läroböcker och experiment (Andersson, 1989; Bach, 2001). Läraren funderar då inte över var kunskap finns eller hur den uppkommer. Så småningom utvecklas läraren mot en syn på lärande som tar hänsyn till att elevernas kunskap utvecklas i relation till deras erfarenheter och uppfattning om sin omvärld och att detta sker i ett socialt sammanhang (fas 3). Detta är i linje med en socialkonstruktivistisk syn på lärande, som innebär att det alltså inte är självklart att eleven lär sig det som förmedlas av läraren. Därför blir formativ utvärdering en viktig del av denna lärares kompetens.

I utvecklingsfas 3 har läraren också kommit till insikt om att eleverna behöver få begrepp att resonera med, men att dessa måste introduceras vid lämpliga tillfällen i förhållande till det egna upptäckandet för att intresset och nyfikenheten skall bibehållas. Detta innebär att lärarens undervisning kan få drag av den s.k. lärandecykeln, som introducerades av Karplus (1965), dvs. att läraren erbjuder en balans mellan elevernas eget upptäckande och införande av nya begrepp.

Som tidigare framhållits skall innehållet i denna matris inte ses som något statiskt, eller som att en lärare först är i fas 1 för alla aspekter och sedan utvecklas i enlighet med de övriga. Det skall bara betraktas som ett försök att tydliggöra vilka ingredienser som kan utgöra beståndsdelarna i en utveckling av en lärares kompetens att undervisa om biologiska livscyklar. Enligt min analys skulle alltså t.ex. Stinas kompetens vid första intervjutillfället kunna beskrivas med fas 1 för aspekten "Naturvetenskapligt kunnande" och med fas 2 för de tre övriga. Vid den sista intervjun skulle hennes kompetens kunna sammanfattas med samtliga aspekter i fas 3.

Vikström (2005) beskriver en lärares utveckling i fyra "reflektionsdomäner" och menar att en lärare som har tillgång till samtliga dessa utvecklas professionellt i sin praktik. Sammanfattningsvis går enligt dessa domäner en lärares utveckling från ett "fokus på görande", utan reflektion om vad eleverna lär sig, till "fokus på dialog med utgångspunkt i innehållet". I denna "Domän 4" förstår nu läraren själv innehållet och försöker också förstå vad eleverna förstår och använda denna kunskap om elevens förståelse i sin undervisning. Under dialogen med eleverna lär också läraren parallellt med

eleverna och resultatet blir en växande yrkeskompetens, menar Vikström (2005). Detta kan jämföras med den tredje fasen i tabell 8.1, där min slutsats är att Stina befinner sig efter det att studien avslutats. Hon har då fått ökade kunskaper om begrepp som rör biologiska livscyklar, har blivit en aktiv lärare som anstränger sig för att ta reda på elevernas föreställningar och lärande och använder det hon får veta om elevernas förståelse i sin fortsatta undervisning. Detta kan sammantaget anses motsvara reflektionsdomän 4 i Vikströms modell.

Alexandersson (1994) har identifierat fyra didaktiska kunskapsbehov hos en lärare. Dessa är ”kunskap om det specifika innehållet”, ”kunskaper om hur elever tänker kring detta”, ”kunskaper om hur man kan stödja elevers förståelse av innehållet” samt ”medvetenhet om betydelsen av denna interaktiva process”. Samtliga dessa kan sägas ingå i ”Utvecklingsfas 3”, som Stina, enligt min analys, befinner sig i slutet av studien.

Wallin (2004) och Andersson och Bach (2005) har genom klassrumsstudier av undervisning och lärande, utvecklat bl.a. ”Generella betingelser som gynnar lärande med förståelse”. I dessa framträder en kompetent lärare som den som ser sig själv som en aktiv representant för den naturvetenskapliga kulturen, som är både medveten om och intresserad av elevernas förståelse, använder formativ utvärdering för att ta reda på denna, som skapar ett tillåtande klassrumsklimat och som skapar tillfällen för eleverna att tillämpa undervisningsinnehållet i olika situationer. Även denna beskrivning tycks stämma väl med Stina i slutet av studien.



## 9. UNDERVISNINGENS FÖRÄNDRING

I detta kapitel redovisar jag resultatet av min analys av hur Stinas undervisning förändras under den period som studien omfattar.

Jag har använt den s.k. aktionforskningsspiralen som analysverktyg (McNiff, 2002; Rönnerman, 2004). Detta innebär att jag utgår från Stinas planering och därpå följande undervisning, hennes bedömning av i vilken mån undervisningen ledde till det hon avsett, hennes reflektioner över detta och hur dessa i sin tur påverkar planering och genomförande av kommande undervisning. Mitt empiriska underlag är i huvudsak Stinas dagboksanteckningar, men också e-postkommunikationen mellan Stina och mig samt min forskarlogg. I några fall, då Stina inte skrivit några reflektioner, utnyttjar jag istället det hon berättar under intervjuer.

### 9. 1 Stinas undervisning i förändring

#### **Levandebegreppet**

Efter den första undervisningsomgången 2003 gjorde eftertesresultatet Stina uppmärksam på att det fortfarande var många elever som inte verkade vara säkra på vad som betraktas som levande eller inte levande. Eleverna hade under denna undervisningsperiod gruppvis vid ett tillfälle diskuterat om ett frö (en ärt, ett solrosfrö och en böna), som de hade på en bricka framför sig, och som de sedan sådde, var levande eller inte. Inför undervisningen 2006 planerar Stina därför noggrant och genomför ett moment med syfte att öka elevernas möjligheter att förstå vad som enligt biologiska kriterier är levande. Nu får eleverna en bricka med fler föremål. Förtestuppgiften blir en del av undervisningen och Stina går igenom kriterier för vad som är levande. Samtalen om vad som är levande respektive inte levande på brickan, som först sker gruppvis och sedan i helklass, engagerar eleverna. I slutet av lektionen visar Stina en overheadbild av den uppgiften om levande/inte levande som eleverna gjort på förtesten. Efter gemensam diskussion i klassen kryssas de föremål över som enligt biologiska kriterier inte är levande.

Jag gick runt och lyssnade när de sorterade upp föremålen (ljuslåga, potatis, makaron, leksaksbil som skulle symbolisera vanlig bil, böna, ärt, corn-flakes,

chips, solrosfrö). Det som ställde till mest diskussioner var ljuslågan och bilen. /... / För några var sorteringen självklar medan det för andra var väldigt svårt att veta hur de ville ha det. Det blev i alla fall väldigt bra diskussioner och några var så engagerade att de stod upp på stolen och hoppade när de inte fick med sig sina gruppmedlemmar i samma tankebanor. ”*Det fattar ni väl att ljuset inte är levande, det kan ju inte växa*” skrek han. Han försökte sig också på att förklara att *om två ljuslågor sätts ihop så blir det ju inte fler ljuslågor* (han menade att det inte blev någon förökning). Efter det att alla grupper fick berätta hur de tänkt gick jag igenom tre kriterier för liv: Tillväxt, utveckling och reproduktion. Jag förklarade begreppen för dem och sedan fick de möjlighet att ändra på sina brickor. Nu gick det fort och när jag gick runt och kollade hade de flesta grupper fått till det. Det var fortfarande några som ansåg att ljuslågan var levande och en del undrade vad bönan egentligen var för något. Därefter la jag på en OH-bild från förtestet och de fick tillsammans kryssa för det som var ickelevande. (Stinas dagbok, 2006-03-22)

Efter den andra undervisningsomgången finns det fortfarande elever som anger ljuslågan som levande. Under den sista intervjun 2006 resonerar Stina om orsaken till att resultatet inte blir annorlunda trots de engagerade diskussionerna med kriterier för liv som grund och trots att testfrågan använts i undervisningen. Hon funderar på om det kanske kan bero på att eleverna lyssnade mer på de tongivande eleverna i klassen än på henne och om ett varierat sätt att ta upp samma frågeställning och med många olika exempel skulle kunna underlätta för eleverna att lära sig tillämpa kriterierna för liv i olika sammanhang.

## Växters förökning och livscyklar

### *Att förstå träd som fröväxter*

Undervisningen om biologiska livscyklar innehöll 2003 individuella studier av ärtplantans respektive bönplantans tillväxt och utveckling. I de flesta fall utvecklades bön- och ärtskidor. Eleverna följde också lövsprickningen hos olika träd. I viss utsträckning blommade dessa innan terminen var slut. Någon ingående undervisning om träds förökning fick de däremot inte. Eleverna studerade också blommande blåbärsris i skogsmiljö och fick fundera på hur det blir nya blåbär, vilket sedan diskuterades i storgrupp. Pollinering och befruktning togs också upp i samband med att klassen diskuterade utvecklingen av ärtplantorna. Efterresultatet visade att de olika studierna eleverna genomfört inte hjälpte dem att få en generell idé om växters förökning, i varje fall inte när det gällde att överföra kunskaperna om ärtplantans förökning till en ek. Undervisningen ledde inte heller till att eleverna på ett ingående sätt kunde beskriva hur själva pollineringen och

befruktningen går till. Däremot visste de flesta elever efter undervisningen att blåbär och ärtskidor bildas vid blomman.

Undervisningen det mellanliggande året (2004), dvs. den undervisning som bara följdes extensivt av mig via Stinas dagböcker, planerar Stina mot bakgrund av detta eftertestresultat från året innan i kombination med hennes övriga erfarenheter från denna undervisning. Hon funderar bl.a. på vad eleverna behöver för att kunna förstå och resonera om pollineringen. När de går ut får de i uppgift att titta efter träd som blommor och de tittar tillsammans på rönnen. Enligt Stinas dagboksanteckning arbetade de då med frågeställningen: ”Varför blommor den och vad händer med blommorna?” Hon låter dem även gruppvis studera ett blommande blåbärsris för att försöka komma fram till hur ett blåbär bildas. De har därefter en gemensam samling och går igenom detta. När hon utvärderar undervisningen detta år visar det sig att det bara är drygt 1/3 som svarar att det kan växa upp en ny ek igen om det trillar av frön från eken när den faller och Stina funderar över detta:

Varför har jag fått detta svar? Kanske för att vi inte har pratat om just eken och ekollonen. Vi har bara pratat om äpplen, kastanjer och rönnbär och det gjorde vi mestadels under vår promenad när vi hade utelektion. Jag tyckte då att de var med bra på det men de har uppenbarligen inte kunnat koppla ihop detta med andra träd. (Stina, 2004-06-18)

Inför undervisningsomgången 2006 planerar nu Stina med den tydliga målsättningen att eleverna skall ges redskap för att kunna tillämpa sina kunskaper om en organisms förökning på en annan organism. Eleverna studerar nu färre organismer, men deras undersökningar bearbetas mer grundligt än tidigare. Undervisningen innehåller diskussioner i större och mindre grupper och Stina lyssnar och ställer frågor. Hon ger också mer instruktioner för elevernas observationer och inför mer begreppsintroduktioner än tidigare. Dessa utgörs av fler och noggrannare genomgångar bl.a. av vad befruktning innebär, människans förökning, liksom växters olika sätt att föröka sig på. Stina förklarar också skillnaden på pollinering och befruktning och introducerar därmed begrepp och definitioner för att ge eleverna verktyg att resonera med. Hon vill genom detta också öka elevernas möjligheter att observera blombildning och fruktsättning på sina ärtplantor och träd. Undervisningen berör också mer ingående fortplantning i allmänhet och innebörden av sexuell respektive asexuell förökning. Hon inför också ett nytt moment som innebär att eleverna tar reda på fler växters och djurs livscyklar genom att läsa i böcker och söka på Internet. Stina ser till att eleverna väljer olika träd så att det blir en större variation av arter än tidigare,

för att det skall bli möjligt att göra jämförelser mellan de olika arbetsgruppernas träd när det gäller lövsprickning och blombildning. Stina låter också eleverna i klassrummet plocka isär en tulpan för att de skall få se ståndare och pistiller. Hon genomför dessutom en särskild ”utedag” för att eleverna skall få möjlighet att ”träna” sig på att använda de kunskaper de fått om pollinering och befruktning, både på sina ”egna träd” och på blommande blåbärsris. De får då skriftliga uppgifter med tydliga frågeställningar. När det gäller det egna trädet, som eleverna studerat under våren, skall de själva försöka komma fram till trädets livscykel och de får begrepp som blomning, pollinering, befruktning och frukt/frö till hjälp. Uppgiften om blåbärsriset gäller sambandet mellan blåbärsblommorna och blåbären. Hennes avsikt är att eleverna genom detta skall lära sig se blommor både på ris och träd, förstå att frukten/fröet bildas vid blomman, samt att detta är en generell företeelse för växter. Det visar sig under dessa lektioner att eleverna trots detta inte använder vad de vet om ärtplantan på träden:

Första uppgiften var att i gruppen studera sitt träd och fundera över det trädets livscykel. Hur kan det bli ett nytt träd?

Jag upplevde att eleverna tyckte att det var ganska svårt och de körde fast på begreppet blomning. Framförallt de grupper som ännu inte hade blommor på sitt träd eller de som har blommor som inte ser ut som blommor. När jag frågade varför de inte använde de kunskaper de har om ärtorna och bönorna när de diskuterade sina träd fick jag till svar att det går ju inte, detta är ju träd! /.../

Därefter fick eleverna, två och två, uppgiften med blåbärsriset. De försvann genast iväg för att titta närmare på det. Jag fick hjälpa två grupper som inte visste hur blåbärsris ser ut. Några hade svårt att förstå uppgiften men de allra flesta tittade noga och funderade ut hur det kunde fungera. Det gick betydligt lättare än med träden och min upplevelse var att eleverna nu för första gången kopplade samman sina kunskaper och började se ett mönster i naturen. Härligt!

En kille tittade på riset och sa: *jag ser inget särskilt (jag vände på det och bad honom använda sin lupp) KOLLA! Det är ju en blomma, jag kan se pistillen, skrek han.* Mycket nöjd började han förklara för sin kamrat hur det hela hängde ihop. (Stinas dagbok, 2006-05-16)

När de kommit tillbaka till klassrummet efter denna förmiddag i skogen, får eleverna ytterligare uppgifter för att ”träna” dessa nya tankar – att både träd och ris har blommor, precis som ärtplantorna och att frukterna/fröna bildas där. Eleverna fick redovisa i klassen och med bilder till hjälp för att beskriva hur pollineringen av blåbärsblomman går till. Två grupper dramatiserade sin redovisning.

Sammanfattningsvis genomför Stina 2006 en undervisning med ambitionen att eleverna skall lära sig detaljerna i pollinering och befruktning, liksom att de skall kunna använda sina kunskaper om ärtplantans förökning för att beskriva den sexuella förökningen hos andra fröväxter och då framförallt hos träd.

Efter undervisningen 2006 är det nu fler elever än efter undervisningen 2003 som skriver att det kan bildas en ny ek om det finns frön eller ekollon. Detta gäller även ett halvår efter avslutad undervisning. Motsvarande gäller dock inte för rönnens förökning. Det är också efter undervisning en stor andel som anger ”med rötter” som rönnens sätt att föröka sig. Vid den avslutande intervjun med Stina i december 2006 berättar hon att de tittat på och resonerat om blommorna och att det bildas frö när blommorna pollinerats. Det framgår dock inte hur mycket de pratat om eken specifikt och att ekollonen är ekens frön. Eleverna fick vid detta tillfälle också mycket klart för sig, enligt Stina, sambandet mellan rönnens blommor och rönnbären då detta behandlades i undervisningen.

### *Pollinering och befruktning*

Många elever kunde direkt efter avslutad undervisning 2006 beskriva pollinering och befruktning på ett detaljerat sätt och med naturvetenskapliga termer till skillnad mot 2003. Eleverna har nu klart för sig vilken roll bina spelar för befruktningen av äppleblomman och kan i detalj redogöra för hur pollinering och befruktning går till. Detta avspeglar med stor sannolikhet den undervisning eleverna fått. Stina är under våren 2006 mer uppmärksam på innebörden av vad eleverna säger än tidigare och ställer frågor för att i detalj utröna detta. Ett exempel är en episod från en lektion när eleverna gruppvis studerar sina ärtplantor. Stina såg till att varje grupp hade minst en planta med blommor. Under dessa diskussioner gick Stina runt till varje grupp och ställde frågor för att rikta elevernas uppmärksamhet på ärtblommorna och ärtskidans bildning under denna. Jag följde med henne, men höll mig i bakgrunden. Ur min forskarlogg:

S och jag gick omkring, lyssnade på deras diskussioner och ställde frågor. Flera upptäckte under denna gruppdiskussion att det hade kommit ”något” bakom blomman. Någon såg att det var en ärtskida det handlade om. När S kom till en grupp som hade en ganska långt kommen ärtskida, frågade S hur detta kunde komma sig – vad som behövdes för att det skulle bli ärtskidor? En elev, F, redogjorde då mycket ordentligt för hur pollinering och befruktning går till. Pollenet (detta hade S sagt under genomgången visade det sig senare) åkte rutschkana ner till äggcellen och befruktade den, så blev det ett frö sedan. S frågade

då vad på ärtplantan som var ”fröet”. Detta kunde F inte svara på. (Forskarlogg 2006-05-10)

Ett halvår efter avslutad undervisning 2006, svarar dock de flesta elever inte på samma detaljnivå när det gäller pollinering och befruktning. Trots Stinas ökade insikter om elevers föreställningar, begreppsintroduktioner, många olika exempel på hur växter förökar sig och mycket ”träning” framförallt muntligt, på att berätta om hur pollinering och befruktning går till och hur frukter och frön bildas, kvarstår inte denna kunskap hos eleverna på längre sikt.

### *Blomma-frukt*

I slutet av terminen 2003 uppmärksammar Stina och jag att en elev tänker sig att ärtplantans ärtskidor kanske kommer att utvecklas vid dubbelbladen. Detta medför, som också beskrivits i avsnitt 8.2, att Stina börjar göra eleverna uppmärksamma på var ärtskidorna på deras plantor utvecklas. På eftertesten år 2003 svarar de flesta elever att både blåbäret och ärtskidan bildas vid blomman. Resultatet blev likartat efter undervisningen 2006. Däremot var det skillnad i hur eleverna motiverade sina svar. 2003 var det ett fåtal som direkt efter undervisningen refererade till sina egna erfarenheter. 2006 motiverar drygt hälften av eleverna på eftertesten sitt val av alternativ med att de sett det på sina egna ärtväxter. Ex:

Först växer det ut en blomma och när den blir befruktad då växer en ärtskida ut. Och jag har sett att det blir så.

Har en ärtväxt här i skolan och på den kom det sju stycken blommor efter dom hade vissnat kom det ärtskidor.

En bidragande orsak till detta resultat är antagligen att Stina under undervisningsomgången 2006 var betydligt mer medveten än tidigare om att det kunde finnas elever i klassen som inte känner till var ärtskidan utvecklas och därför var uppmärksam på elevernas resonemang om detta. Exempel på ett sådant tillfälle är när Stina ber eleverna fundera över varifrån en ärt kommer svarar och de flesta att den kommer från en ärtskida på en ärtväxt. Stina nöjer sig då inte med detta svar utan frågar var ärtskidorna växer ut:

Jag frågade då *varifrån ärtskidan kommer* och de sa att det växer ut flera ärtskidor på en ärtväxt. *Var växer de ut någonstans* frågade jag. De hade de inte funderat på. Några trodde lite varstans och några trodde att det kunde vara blad som växte ihop eller att de växte ut där bladen sitter. Inte någon nämnde något om blommor. (Stinas dagbok, 2006-03-29)

Här identifierar alltså Stina aktivt, genom sin formativa utvärdering, vilket kunskapsbehov som finns. Hon ställer dessa två frågor eftersom hon tidigare genom undervisningen och tester blivit medveten om att elever inte säkert tänker på att frukter bildas vid blommor och att hon därför måste göra dem uppmärksamma på detta. Under denna senare undervisningsomgång 2006 ser hon också till att undervisningen innehåller organiserade tillfällen när eleverna får i uppgift att noggrant studera sina ärtplantor, vilket antagligen också bidrar till att eleverna svarar som i exemplen ovan.

## **Djurs förökning och livscyklar**

Utvärderingen efter den första undervisningsomgången 2003 visade att eleverna efter undervisning visste att spyflugans livscykel genomgick stadierna ägg-larv-puppa-fluga. Eleverna hade alltså uppenbarligen inga problem med att lära sig spyflugans fullständiga förvandling. Om de därmed visste att ägget bildas genom parning mellan en hanfluga och honfluga, och att många insekter har en likadan livscykel, var oklart. Det är troligt att observationen av spyflugelarvens fullständiga förvandling gjorde ett djupt intryck på eleverna, särskilt som nästan alla också ett halvår efter avslutad undervisning kom ihåg detta. Denna del i undervisningen innehöll känslofyllda moment när varje elev skulle ta hand om sina larver, under hand när larverna utvecklades till puppor, när de kläcktes och när de till slut släpptes ut i det fria.

När Stina i sin dagbok beskriver utvärderingen av sin undervisning 2004, upptäcker hon att många svarar rätt på frågan om flugornas fullständiga förvandling, men när det gäller mjölbaggens puppa, så vet många inte vad det skall bli, utan skriver att det kan bli flugor eller fjärilar av dessa. Hon avslutar med att slå fast: ”Det som jag måste tänka på till nästa gång att tydligt koppla det vi lär oss till andra växter och djur.” (Stinas dagbok, 2004-06-18)

Även 2006 låter Stina eleverna studera spyflugelarvers utveckling. Detta innehåller lika många känslofyllda tillfällen som tidigare. Samma morgon som flera av pupporna kläckts under en lektion i slutet av denna period, diskuterar Stina ingående med eleverna för att få dem att uttrycka hur de tänker om pupporna. Hon har nu blivit medveten om att puppstadiet kan uppfattas på olika sätt och ställer under denna lektion kontinuerligt frågor för att, enligt henne själv, få eleverna att fundera och resonera tillsammans. Hon tror, skriver hon senare, att genom att eleverna hör varandras förklaringar ”tar

eleverna in varandras tankar mer” än om hon skulle berätta för dem. Stina är också mycket mån om, enligt henne själv, att varje elev skall få ge uttryck för sina tankar och att de skall känna att dessa är värdefulla och hon ställer många och detaljerade frågor för att i grunden försöka förstå vad eleverna menar och vad de försöker ge uttryck för. Detta i sin tur genererar frågor både från Stina och eleverna. Några av de frågor som kom upp i storgruppsdiskussionen var:

- Hur ser flugan ut i den del som ännu inte kommit ut ur puppan?
- Behöver puppan syre? Vad behöver den mer?
- Flugor tycker om att hålla till i ”koskit”! Varför?
- Flugans livscykel. Hur kan det bli nya ägg? Om parning: Parar sig flugor?

(Forskarlogg, 2006-05-16)

Under denna lektion ställde Stina utmanande frågor till eleverna. För mig var det uppenbart att Stinas kunskaper om vad hon lärt sig under studiens gång och vad annan forskning visat om vilka föreställningar barn kan ha, påverkade hennes sätt att både lyssna och att ställa följdfrågor. Hon nöjde sig alltså inte med ett tillräckligt ”bra” svar, utan var noggrann med och intresserad av att försöka ta reda på vilken föreställning som låg bakom det som eleven sa. Min tolkning är att genom hennes nu tillägnade kunskaper om vanligt förekommande elevföreställningar kunde hon uppmärksamma detaljer i elevernas svar, som tydde på olika föreställningar och därmed ”lyfta upp” och synliggöra detta. Hon utgick inte heller ifrån att bara för att en elev uttrycker något betyder det att de andra eleverna uppfattade det på samma sätt. Denna lektion blir också exempel på när denna undervisning ger möjligheter att diskutera moral och etik. När pupporna kläckts och påsarna var fulla med surrande flugor och Stina ställde frågan vad eleverna tyckte de skulle göra med flugorna svarade två elever ”slå ihjäl dom”. Stina följde upp detta och en diskussion i klassen följde. Så småningom tog den ena eleven tillbaka sitt förslag och den andra förklarade att han tyckte att man kunde slå ihjäl alla andra flugor, men inte hans. Slutsatsen blev att flugorna skulle släppas ut.

Två veckor senare tillkommer ett moment: Dissekering av de puppor som inte kläckts. De får med skalpeller öppna dem och undersöka det som finns inuti – färdigutvecklade, men döda, flugor:

Nu kommer det roligaste! De fick i samma grupper plocka fram sina puppor och skära i dem och sedan titta med förstoringsglas. En del hade puppor som inte utvecklats till flugor ännu och de fick också skära i dem och titta på hur de såg ut. Nu var eleverna mycket engagerade och det ropades Wow! Oj! Kolla vad häftigt! Usch! m.m. Jag gick runt och lyssnade på dem och de fick fundera över vår tidigare



fundering om flugan är färdigutvecklad när den börjar ta sig ut ur puppan eller om den fortfarande är delvis larv. De flesta elever kom fram till att de var färdigutvecklade eftersom det låg hela flugor i puppan när de öppnade de puppor som inte kläckts. Någon tyckte dock att deras fluga såg ut att bara vara delvis fluga och delvis larv. De kunde också hitta något vitt i puppan som några trodde var ”skinnet” från larven och några trodde att det var tråden som den spunnit runt sig. Detta tror jag var en mycket bra lektion för att göra puppstadiet mera begripligt för dem. Jag kunde också se att en del var rädda om sina puppor till en början för att det kanske fortfarande levde en fluga där i och de ville inte skada den. (Stinas dagbok, 2006-06-01)

Stina låter också denna undervisningsomgång eleverna göra en särskild uppgift om spyflugans hela livscykel, som de både arbetar gruppvis med och skriver individuella berättelser om.

Efter undervisningen detta år ger alla elever ett korrekt beskrivning av en flugas fullständiga förvandling, men flera elever svarar att det lika gärna kan bli en fluga eller en fjäril ur en puppa som bildats från en mjölbaggelarv. Detta trots att eleverna själva fått se att pupporna som bildats av spyflugelarverna innehöll spyflugor.

## **Känslor och engagemang**

Det finns många exempel redan från 2003 på stort engagemang och starka känslor från elevernas sida. Några exempel:

Plötsligt kommer en av tjejerna i klassen fram till mig och kippar efter andan. – En fluga håller på att födas i Lasses påse säger hon och drar mig i armen fram till deras bord.

Vi lyfter upp påsen på ett större bord och alla samlas runt det för att titta på den dramatiska ”förlossningen”. Det tog ca 15 min för flugan att komma ur puppan så de flesta hade tålamod att stå och titta hela tiden. Lasse kände sig som en stolt pappa och visade glatt upp sin nyfödda fluga. Detta tror jag var en häftig upplevelse för många. (Stinas dagbok, 2003-06-02)

Dessutom blir Stina successivt mer medveten om de möjligheter som studierna innehåller. Under våren 2006 finns det tydliga exempel på att hon dels blir aktiv ”medupptäckare” (kapitel 8), för att skapa och bibehålla intresse. Hon märker också att elevernas skrivande stimuleras av deras studier av sina ärtplantor och maggotslarver och hon uppmuntrar dem nu till att skriva mer reflekterande, bl.a. om hur de upplever sina observationer. I det följande ger jag några exempel från 2006 på hur Stina beskriver sin undervisning och elevernas reaktioner vid några olika tillfällen:

När de gäller ärtplantorna är intresset och omvårdnaden stor. Varenda morgon när jag kommer in i klassrummet är det en grupp som står och tittar, vattnar och jämför sina plantor. Jag har inte sagt en enda gång, förrän idag, att de själva ska ta ansvar för att vattna och sköta om dem. (Stinas dagbok, 2006-03-16)

Och här om hur hon introducerade spyflugelarverna:

Jag inledde med att sätta dem i grupper om fyra eller fem. Sedan uppmanade jag dem att blunda och berättade att när de fick öppna ögonen igen så fick de bara titta och prata med dem i sin egen grupp. Efter jag sagt detta var förväntningarna höga och ganska laddade. Jag ställde ut en liten burk med några larver framför varje grupp och sedan fick de öppna ögonen. Som väntat kom det ett antal skrik och usch men några kastade sig nyfiket över dem och tittade. Efter bara en kort stund kom frågan om de fick känna på dem och klappa dem. Alla elever utom två tittade intresserat bara den första chocken lagt sig. /.../ De fick titta på dem igenom förstoringsglas och upptäckte att de var håriga och att det var något svart inuti som rörde sig.

Efter att de studerat dem i ca 10-15 min fick var och en berätta vad de tyckte om dem och om det eventuellt förändrats under dessa 10-15 minuter. Många beskrev att de först tyckte att de var äckliga men ju mer de tittade desto bättre och mindre äckliga kändes de. Några beskrev dem som roliga, härliga, fina, coola, häftiga och tuffa. De flesta ändrade sin inställning till dem bara genom att titta på dem och det var bara tre stycken som fortfarande efter lektionens slut tyckte att de var enbart äckliga.

Därefter var det dags att avslöja en hemlighet. Dessa larver behövde någon som tog hand om dem och ni kommer alla att bli låtsas mammor/pappor till tre små larver var. Jubel uppstod! Jag berättade hur de skulle göra och de fick påsar att skriva namn på. I stort sett alla valde att döpa dem. Några ville inte ta i dem själva och då hjälpte klasskamraterna till. (Stina, 2006-04-07)

I ovanstående dagboksutdrag beskriver alltså Stina hur hon använder elevernas nyfikenhet för att skapa intresse och motivation. Hon använder sin erfarenhet från tidigare undervisning om hur hon bäst skall bemöta elevernas negativa reaktioner inför spyflugelarverna. Genom sitt sätt att presentera larverna lägger hon också grunden för att eleverna skall ta ett personligt ansvar och visa omsorg om larverna. Detta är också exempel på att ju mer intresserad och trygg Stina blir i det hon gör, desto fler utmaningar utsätter hon eleverna för, som t.ex. att hon genomför dissekering av ej kläckta puppor. Det visar sig sedan också att eleverna detta år uppvisar ett engagemang och att de utvecklar en personlig relation både till sina ärtplantor och till sina spyflugelarver. Det visar sig också också att eleverna uttrycker sig känslomässigt om småkrypen och växterna och att deras intresse för de organismer de studerat och haft hand om ökar efter undervisningen.

## 9.2 Sammanfattning och diskussion

Ovan har visats hur Stina successivt, med utgångspunkt från det hon får veta om elevernas lärande, förändrar sin undervisning för att de skall lära sig det hon avser. Hon får information om vad eleverna lär sig, förstår och upplever genom att gå igenom elevtester och skrivböcker, observera eleverna medan de arbetar med sina ärtplantor och spyflugor, notera hur de svarar på hennes frågor eller genom att lyssna på vad eleverna säger när de diskuterar i helklass eller i grupp. Stina läser regelbundet elevernas skrivböcker och ger skriftliga kommentarer. Hon ber dem förtydliga vad de menar och kommenterar deras teckningar. Eleverna får också kontinuerligt respons på sina funderingar och Stina uppmuntrar på detta sätt eleverna att tänka själva. Hon reflekterar över allt hon får veta genom sin utvärdering och planerar sin fortsatta undervisning med utgångspunkt från detta, liksom från sina egna dagboksanteckningar. Hon varierar undervisningens innehåll och form, inför fler exempel, ger tydligare instruktioner till elevernas arbeten, inför begreppsintroduktioner, låter eleverna genomföra uppgifter som skall hjälpa dem att överföra kunskaper de fått om en organism i ett sammanhang till en liknande organism i ett annat sammanhang. Hon konstruerar uppgifter och genomför övningar som innebär att eleverna aktivt skall försöka koppla det de gör i klassrummet till naturen utanför. Stina inför spännande moment som att försiktigt låta eleverna öppna de puppor som inte ”kläckts”, för att undersöka vad som finns inuti och låter eleverna arbeta både individuellt och i grupp. De får både skriva och berätta och Stina har återkommande samtal i klassen om de företeelser eleverna studerar för att de självständigt skall få formulera sig om dessa.

Min slutsats är att genom Stinas kontinuerliga både formella och informella utvärdering synliggörs elevernas förståelse och hon får successivt en fördjupad insikt om att eleverna inte självklart lär sig det hon undervisar. Stina använder även den summativa utvärderingen på ett formativt sätt. Allt detta leder till att hon successivt förändrar sin undervisning för att eleverna skall förstå och lära sig det hon avser. Hon är också noga med att ta reda på och bemöta elevernas attityder och reaktioner. Att lärares ökade medvetenhet om elevernas föreställningar och förståelse kan leda till förändrad undervisning finns det flera undersökningar som visar. Abell (2007, s. 1127) beskriver en studie där lärare som efter intervjuer av sina elever i samband med undervisning omvärderade både sina naturvetenskapliga ämneskunskaper och sin pedagogiska praktik. Zetterqvist (2003) redovisar också ett flertal

studier som visar att lärare som blivit medvetna om sina elevers föreställningar verkar bli särskilt motiverade att utveckla sin egen undervisning. Också Vikström (2005) har visat att kontinuerlig utvärdering av elevernas kunskaper är viktig för hur läraren tänker om och planerar sin undervisning. Liknande resultat har erhållits i Storbritannien (Black, m.fl., 2003; Millar, m.fl., 2006). Jones, m.fl. (1999) kom i sin studie fram till att det var lärarnas medvetenhet om sina elevers vardagsföreställningar som i högre grad än annat påverkade dem att förändra sin undervisning.

Black, m.fl. (2003) har visat hur den formativa utvärderingen gynnar ett positivt arbetsklimat. Författarna hävdar att lärarnas klassrum under projektiden genomgick slående förändringar och att lärarna successivt utvecklade lärandemiljöer som fokuserade förbättring. Projektet skulle kunna sammanfattas som att elevernas röster blev högre och lärarnas hörsel blev bättre, menar författarna (Black, m.fl., 2003). Lärarna blev under projektets gång medvetna om att det sätt som samtalen i klassrummen genomfördes på, hade genomgripande effekter på klassrumskulturen. Elevernas behov kom därmed mer i centrum och det hjälpte också eleverna att bli mer aktiva i sin läroprocess. De märkte också att eleverna lärde sig genom att få lyssna till varandras idéer och att en orsak till detta var att eleverna ofta kommunicerade komplexa problem med ett språk som var annorlunda än det som läraren skulle använt, men som eleverna verkade förstå bättre. Mitt samlade intryck är att allt detta har stora likheter med Stinas klassrum i slutet av studien och med Stinas insikter.

Gallas (1995) betonar också hur viktigt det är att elevernas idéer tas till vara. Hennes inställning är att eleverna i stor utsträckning skall styra undervisningen genom sina frågor, och att läraren inte skall låta sig låsas av sin planering. Detta leder enligt Gallas (1995) till att naturvetenskapen blir en naturlig del av klassrumslivet:

Rather than studying science only in designated time periods over the course of a week, the children think, talk, and do science all the time! And the ways that they do that work gain complexity, depth, and momentum as time passes.” (Gallas, 1995, s. 101).

När det gäller Stinas klassrum kom det att likna en sådan miljö under den period som studierna av ärtplantorna och spyflugelarverna pågick.

## 10. DIDAKTISKA REFLEKTIONER

Efter den sista undervisningsomgången 2006 ger dessa elever mer detaljerade och naturvetenskapligt korrekta svar på flera av de uppgifter som ingår i eftertesten jämfört med hur eleverna svarade 2003. Men ändå är det en större eller mindre andel som inte förändrar sitt sätt att svara efter undervisningen. Vad beror detta på? I detta kapitel resonerar jag om möjliga förklaringar.

### 10.1 Transferproblematiken – blir kunskapen generell?

Bransford m.fl. (2000) menar att förmåga att kunna använda skolkunskaper i vardagen är målet med all undervisning och avser då den typ av transfer som innebär att elever lär sig på ett sådant sätt att kunskapen blir generell. Frågan om eleverna kan använda det de lär sig i ett sammanhang till ett annat kom att bli alltmer central i Stinas undervisning.

Under den sista studien, 2006, vidtar Stina, som beskrivits tidigare, ett flertal åtgärder för att underlätta transfer och en viss förbättring sker av hur eleverna svarar jämfört med Stinas första undervisningsomgång. Eleverna verkar dock inte ha utvecklat någon generell kunskap om träds förökning. Det är fortfarande många som anger rotförökning som svar på hur träd förökar sig. Marton (2006) betonar att skillnader såväl som likheter behöver lyftas upp för att öka förmågan till transfer. Kanske detta skulle behöva göras på ett ännu tydligare sätt och med en mer systematisk variation för att eleverna skall bli medvetna om detta? Att återkommande diskutera skillnader och likheter mellan olika växters sätt att föröka sig och då låta elevernas uppfattningar utgöra en bas för diskussionerna kanske på sikt skulle kunna få fler att se fröförökningen hos träd som en möjlighet och därför komplettera sitt ”teoretiska ramverk” när det gäller hur omvärlden fungerar, som Hills (1989) uttrycker det. För att öka möjligheterna till transfer skulle det kanske också behöva tydliggöras i undervisningen på ett annat sätt än som var fallet nu att en ärtplanta, ett blåbärsris och en ek alla är fröväxter.

Att överföra de kunskaper eleverna fått om hur ett djur av en viss art förökar sig till en annan art, verkar dock inte lika problematiskt. Om eleverna får veta

att flugor parar sig, tycks det vara naturligt att också andra småkryp, som fjärilar och nyckelpigor gör det. Det kan också handla om att undervisningen erbjudit en högre grad av variation när det gäller djur än när det gäller växter. Däremot har dessa studier möjligen inte lett till att alla elever förstår innebörden av puppstadiet, som tidigare diskuterats. Trots att eleverna dissekerat ej kläckta puppor och fått se utvecklade men döda flugor i puppan, verkar det som om en del elever inte tänker sig att varje puppa är artspecifik. Skulle en undervisning som innehåller resonemang om skillnader och likheter mellan olika insekters fullständiga förvandling och betonar vad puppstadiet innebär öka förståelsen av detta? Shepardson (2002) föreslår att studier också av insekter som inte genomgår fullständig förvandling skulle kunna öka förståelsen av insekters fullständiga förvandling.

## 10.2 Vardag och vetenskap, teorier och verklighet

Bland de elever som kunde beskriva pollinering och befruktning även för trädens blommor, var det inte säkert att alla hade förstått vad som bildades vid befruktningen och att det var detta som sedan skulle kunna ge upphov till ett nytt träd.

Sambandet mellan frukt och frö hos träd kanske inte i tillräckligt hög grad har tagits upp i undervisningen. Kanske är det svårt att tänka sig att det kan bildas ekollon av ekens skira blommor, rönnbär från rönnbärsblomman, ”lönnäsor” från lönnblommorna eller kastanjer från kastanjeblomman? Eller handlar det om att blommor på träd fortfarande är så oförenligt med elevernas omvärldsuppfattning att förekomst av trädfrön verkar osannolikt? Detta är exempel på, tycker jag, att naturvetenskapens teoretiska modeller inte självklart låter sig appliceras på barnens verklighet eller omvärld. Sannolikt behöver eleverna också när det gäller detta växla mellan vardag och vetenskap (Andersson, 2001) och få många exempel att fundera över och få hjälp med att urskilja likheter och skillnader (Marton, 2006) mellan olika arters blommor, frukter och frön.

Det är lätt att vid undervisning ”glömma” att prata om vad som händer efter det att den komplicerade befruktningen ägt rum. Man kan som lärare lätt stanna vid bilden på blomman i genomskärning som visar hur befruktning går till, och inte koppla till vad som kommer ”sedan”, dvs. vi koncentrerar oss på

det teoretiska resonemanget skilt från verklighetens frukter. Kanske är det så att i Stinas strävan att hjälpa eleverna att lära sig innebörden i de biologiska begreppen pollinering och befruktning, ståndare och pistiller, kom trots allt helheten bort; när eleverna väl lärt sig hur pollinering och befruktning går till hade man glömt att det är ärtor, rönnbär, respektive ekollon som bildas? Kan det alltså vara så att den teoretiska kunskap eleverna direkt efter undervisning kunde redogöra för på ett biologiskt korrekt sätt aldrig fick någon erfarenhetsbaserad förankring och att detaljerna i denna därför glömdes bort? I så fall skulle en slutsats vara att det inte är trivialt att återkommande diskutera hur frön i en mängd olika frukter och grönsaker bildas; gurkfrön, tomatfrön, morotsfrön, ekfrön, almfrön eller hur rosens nypon uppkommer. Detta stämmer i så fall väl med Deweys (1925/1958) ståndpunkt att det är viktigt att involvera den upplevande människan för att förstå vetenskapens beskrivningar och att det behövs en faktisk empirisk situation som ett initialskede för tänkandet.

Om eleverna får möjlighet att följa en ärtor från sådd till ”skörd”, dvs. till utveckling av nya ärtor i ärtskidan och sedan så dessa nybildade ärtor på nytt och se dem gro, kommer de uppenbarligen ganska väl ihåg ärtplantans livscykel. Däremot betyder alltså inte detta att de vare sig kan tillämpa denna princip på andra örter eller för andra typer av växter som träd. Det betyder heller inte att eleverna förstår hur den sexuella förökningen går till. Fröbildningen skulle ju egentligen bara kunna vara en del av tillväxtprocessen hos ärtväxten. Hickling och Gelman (1995) diskuterar om det kan vara så att yngre barn kanske inte uppfattar den cykliska naturen av tillväxten, där ett frö växer upp till en planta, som i sin tur producerar nya frön (dvs. frö→planta→frö). Kanske de istället ser detta som diskontinuerligt (dvs. frö→planta, planta→frö), dvs. att fröna som bildas inte har med de ursprungliga fröna att göra. I likhet med detta framför Nyberg, Andersson och Leach (2005) att även om barn sår ett solrosfrö leder inte detta automatiskt till en förståelse av mekanismen för sexuell förökning, även om fröna så småningom plockas ut och sås i sin tur. Fröbildningen skulle lika gärna kunna vara en del av solrosens tillväxtprocess. Utan att introduceras i vad sexuell förökning innebär kan eleverna alltså inte på egen hand lära sig att pollinering och befruktning är en förutsättning för att detta skall äga rum.

### 10.3 Det naturvetenskapliga språket

Stina hade under sin undervisning märkt att många elever hade svårt att skilja bl.a. på ”pollinering” och ”befruktning”. Hon ägnade därför, särskilt under den sista undervisningsomgången, mycket tid åt att eleverna återkommande skulle få ”träna” sig i att beskriva den sexuella förökningen hos växter och att då använda de biologiska termerna för de företeelser och ”delar” som ingår i denna. Stina berättade att begreppen ”pollinering” och ”befruktning” för eleverna länge bara varit konstiga ord. Detta har också uppmärksammats av Vikström (2005). Eftertestresultatet 2006 visade att eleverna denna gång lärt sig beskriva växternas sexuella förökning på ett mer detaljerat och naturvetenskapligt korrekt sätt än tidigare. Sannolikt beror detta på Stinas mer specifika och variationsrika undervisning, så som den beskrivits i kapitel 9 och på att Stina under denna period blev alltmer uppmärksam på hur eleverna använde dessa ord och vilken betydelse de lade i dem. Ett halvår efter avslutad undervisning däremot, hade eleverna svårt att beskriva samma förlopp på ett lika detaljerat och naturvetenskapligt korrekt sätt och många av de ”konstiga orden” fanns inte längre med i elevernas beskrivningar eller blandades återigen ihop. Kanske har eleverna inte i tillräcklig utsträckning fått möjlighet att använda det naturvetenskapliga språket? Lemke (1990) och Östman (1998) betonar att det inte bara handlar om att lära sig enskilda ord utan också att eleverna måste förstå innebörden av olika ord och dessutom hur de förhåller sig till varandra. Det skulle kunna gälla både begreppen ”pollinering” och ”befruktning” enligt ovan, men också ”parning” och ”befruktning”. Stina kom att ingående diskutera skillnaden och relationen mellan dessa begrepp med eleverna under den sista undervisningsomgången. Driver m.fl. (1994b) har också märkt att många barn likställer ordet ”förökning” med däggdjurs parning. Också ”pollen”, ”nektar”, ”näring”, ”frömjöl”, ”frön”, ”ståndare” och ”pistill”, var sådana ord som ofta blandades ihop och som därför uppenbarligen ingående och noggrant behöver förklaras och eleverna ges möjlighet att träna användning av. Att pollen som flyger omkring kan uppfattas som frön är inte underligt och skulle kunna betecknas som vardagligt tänkande. Att pollen ofta också kallas ”frömjöl” gör ju inte det hela enklare. Detta har också Helldén (1992) uppmärksammat. Att dessutom tillägna sig en teori om hur en hancell i pollenkornet kan komma att befrukta en honcell i en blommas pistill är antagligen ganska krävande. Det gäller både att lära sig biologiska termer och vad dessa betyder och att sätta dem i relation till sitt vardagliga tänkande. Kanske hade eleverna kunnat svara lika detaljerat



ett halvår efter undervisningen om klassen repeterat detta under höstterminen i nya kontexter?

När det gäller att benämna något som levande eller inte levande kan det också handla om att ord kan ha en betydelse i vardagen och en annan inom naturvetenskapen. Man talar ju t.ex. om ”levande ljus” och att ”hålla elden vid liv”. Den naturvetenskapliga definitionen av vad liv är kanske inte heller ger så mycket hjälp, eftersom denna inbegriper begrepp och företeelser man kanske inte tidigare funderat så mycket över. ”Ljuslågan förökar sig – den sprider sig ju”, är en vanlig kommentar när detta diskuteras. Uppenbarligen behöver begreppet ”liv” återkommande beröras och diskuteras. Östman (1998) menar som tidigare nämnts att det t.ex. är genom att använda det naturvetenskapliga språket i enlighet med överenskomna konventioner som man kan förstå innebörden av ett särskilt begrepp. Syftet med undervisningen om vad som är levande eller inte handlar dock inte i första hand om att kunna svara på frågor om den biologiska betydelsen av liv på ett naturvetenskapligt korrekt sätt, utan det är frågeställningen i sig som är lärorik. Den typ av diskussioner denna ger upphov till innebär en utmaning för eleverna och kan skapa engagerande meningsutbyten som rör livets kärna.

Att de ämnesspecifika orden och begreppen skapar svårigheter i kommunikationen mellan lärare och elev eller mellan läromedel och elev betyder alltså inte att de inte skall användas. De behövs för att kunna förklara de naturvetenskapliga företeelserna på ett tillräckligt specifikt sätt. Men som lärare måste vi inse att ordens betydelse och inbördes relationer måste få bearbetas och diskuteras och inte bara introduceras i undervisningen utan reflektion. Det gäller att försöka komma ihåg att för eleverna kan det naturvetenskapliga ämnesområdet vara som att komma in i en ny, främmande kultur, så som framförs av Driver, m.fl. (1994) och Aikenhead (1998).

## **Begrepp för resonemang och observationer**

Som tidigare beskrivits ökar successivt Stinas insikt om att hon mer aktivt behöver rikta in elevernas uppmärksamhet på det hon vill att de skall observera. Det gäller dels deras observationer av ärtplantan, där ett syfte med observationerna var att eleverna skulle se att ärtskidan växer ut från blomman, dels observationerna av trädens grenar, där förhoppningen var att eleverna bl.a. skulle observera blomning och eventuell fruktsättning (frö). Under 2006 arrangerar hon tillfällen för att eleverna systematiskt skall göra sina

observationer och hon är noga med att gå runt och diskutera med eleverna vad de ser. Stinas undervisningsstrategi är fortsatt sådan att hon ställer utmanande frågor till eleverna och hon vill inte ge eleverna svaret innan de själva fått möjlighet att observera, eftersom hon vill ”bevara spänningen och nyfikenheten”, men börjar tänka att hon måste ge dem ”verktygen” för att kunna observera och ett språk för att tala om det. Hon börjar därför introducera begrepp och företeelser som ingår i växters och djurs livscyklar och förtydligar likheter och skillnader. ”Om de får teorin och sedan får se att den stämmer med verkligheten kan det nog också leda till ett gott lärande funderar jag”, skriver Stina i sin dagbok i april 2006. Sannolikt är detta en bidragande orsak till att eleverna verkar observera och lära sig mer än tidigare. Detalj-kunskapen när det gäller växters sexuella förökning försvinner dock på längre sikt, enligt den fördröjda eftertesten, medan en översiktlig kunskap när det gäller växters sexuella förökning kvarstår på ett ibland tydligare sätt än efter den första undervisningsomgången. Elevernas svar tyder också på att de observerat sina ärtplantor på ett mer specifikt sätt än tidigare.

Stina har alltså på egen hand kommit fram till att elevernas erfarenheter måste presenteras i ett sammanhang som hjälper dem att bygga upp en begreppsstruktur och att få ett medel att kommunicera med (Karplus, 1965). Detta är också en del av den s.k. lärandecykeln (Andersson, 1989) som presenterats i kapitel 2, som innebär att det inte räcker med att eleverna får observera och experimentera, enligt ett empiristiskt betraktelsesätt, utan att eleverna också så småningom behöver introduceras i de begrepp som behövs för att förklara och beskriva en företeelse. ”Man kan inte vänta sig att en elev på några lektioner skall komma fram till insikter som det tagit hundratals år att utveckla”, skriver Andersson (1989, s. 119).

## *11. DISKUSSION OCH SLUTSATSER*

I detta kapitel diskuterar jag översiktligt avhandlingens resultat och slutsatserna av mina analyser, liksom vilka implikationer för ungdomsskolan och lärarutbildning jag anser att detta har. Avslutningsvis ger jag förslag på fortsatt forskning och motiverar relevansen av denna studies undervisningsinnehåll för utbildning för hållbar utveckling.

### 11.1 Design och genomförande

Mitt övergripande syfte har varit att bidra till att öka kunskaperna om undervisning och lärande när det gäller växters och djurs livscyklar. Därför genomförde jag en fallstudie av en lärare och hennes undervisning och har i denna betraktat såväl elevernas lärande, som lärarens lärande och undervisningen.

Studien ägde rum under två terminer med två olika elevgrupper. En mellanliggande termin genomförde Stina undervisning med liknande innehåll, men denna undervisning följdes bara extensivt av mig. Avhandlingens empiriska del sträcker sig tidsmässigt över totalt fyra år. Den första studien ägde rum i början av denna period och den sista i slutet. Ett år av dessa hade läraren och jag ingen kontakt alls.

Min handledning av Stina, liksom den fortbildning hon följde under den första undervisningsomgången (2003) ingår i förutsättningarna för studien och är därför en del av avhandlingens design. Utan min handledning hade troligen inte Stina genomgått den utveckling som blivit synlig genom min analys. Handledningen har innehållit ämnesfördjupning, diskussion om ämnesdidaktiska forskningsresultat och diskussion om den information som utvärderingen av undervisningen gett. Stina har dock hela tiden varit den som planerat och genomfört sin undervisning, visserligen ibland efter diskussion med mig, men hon har självständigt tagit alla beslut om undervisningens genomförande.

## En komplex verksamhet

Med min studie har jag försökt undersöka undervisning och lärande i ”verkliga” klassrum, med den komplexitet som detta förutsätter och innebär, något av det som efterfrågats av flera (Abell, 2007, 2008; Black, 2000; Scott, m.fl., 2007).

När jag efter det att den empiriska delen av studien avslutats, bearbetat mina data och börjat dra slutsatser för att besvara mina forskningsfrågor, blev komplexiteten mer uppenbar än tidigare. Med den breda ansats som denna avhandling har, dvs. att försöka besvara frågor om lärande i allmänhet, lärande med ett specifikt ämnesinnehåll, lärares kompetens, undervisning och samband mellan dessa, har behovet av att fördjupa mig i dessa olika forskningsområden stundom känts som en omöjlig uppgift och jag har ibland varit tvungen att begränsa min läsning. Kanske denna typ av studie inte skall göras av en person och inom ramen för en avhandling? Istället kanske flera avgränsade studier skulle genomföras samtidigt i samma klassrum av olika personer för att sedan ”koppla ihop” resultaten? Förutsättningarna skulle då antagligen öka för mer teoretiskt fördjupade analyser, slutsatser och diskussioner. Ändå kan jag se fördelar med den typ av studie min avhandling bygger på. En särskild kvalitet och styrka bör det nära och långvariga samarbete som jag haft med läraren vara. Det är rimligt att anta att den kontakt vi haft under flera år har gjort att mina möjligheter att få insikter i hennes undervisning och lärande blivit större än om fler varit inblandade och särskilt om studien genomförts under en kortare tidsperiod.

Denna studie hade kunnat beskrivas och analyseras på en mängd olika sätt och med olika frågeställningar som grund. Här följer nu mina slutsatser och reflektioner när det gäller de forskningsfrågor som denna avhandling bygger på. Jag diskuterar också de samband mellan en lärares kompetens, hennes undervisning och vad eleverna lär sig och upplever, som mina svar på avhandlingens forskningsfrågor i viss mån synliggör.

### 11.2 Elevers förståelse och upplevelser

Eleverna uppvisar stort engagemang och intresse både för sina ärtplantor och för sina spyflugor. Detta ger de uttryck för genom sina dagliga omsorger, genom sina berättelser och beskrivningar och genom sina svar på tester före

och efter undervisningen. Studien visar att uttryck för känsla och estetik i stor utsträckning förekommer.

Elevsvar och diskussioner har också visat att när eleverna ställs inför problem som de skall lösa ger de uttryck för kreativitet och uppfinningsrikedom. Elevernas upplevelser och erfarenheter utgör resurser när de försöker förstå den naturvetenskapliga kulturen och lära sig både innebörden i och hur man använder de begrepp som ingår där.

Studien ger ämnesdidaktiska implikationer när det gäller undervisning om biologiska livscyklar. Den visar vilka områden som verkar kräva extra mycket eftertanke från lärarens sida och att den naturvetenskapliga kulturen är svår att tillägna sig, vilket bl.a. lyfts fram av Aikenhead (1998) och Driver, m.fl. (1994). Hills (1989) liksom Dewey (1925/1958) framhåller vardagserfarenhetens betydelse för att förstå naturvetenskapen och Andersson (2001) menar att det kan underlätta för eleverna om undervisningen tillåter dem att röra sig mellan ett vardagligt och ett vetenskapligt plan. Marton (2006) påpekar att skillnader och likheter behöver tydliggöras för att eleverna skall kunna överföra kunskaper de fått i ett sammanhang till ett annat. Studien har visat att man som lärare inte nog kan arbeta med att hjälpa eleverna att se skillnader och likheter mellan de olika organismernas sätt att föröka sig. Det handlar också om, så som framförs av både Lemke (1990) och Östman (1998) att eleverna skall få möjlighet att använda det naturvetenskapliga språket och ges möjlighet att se hur de olika ordens innebörd förhåller sig till varandra. Det är tydligt att detta ämnesområde innehåller företeelser som eleverna inte tidigare tänkt på eller varit medvetna om. För att förstå och förklara växters och djurs livscyklar krävs kunskap om ord och begrepp som de aldrig hört, men det handlar antagligen också om att det behövs en grundläggande insikt om skillnader och likheter mellan organismgrupper för att så småningom få generella kunskaper. Bell (1981) påpekar att barn har ett annat sätt att dela in organismvärlden än naturvetare har och att detta kan försvåra för barnen när naturvetenskapen kommuniceras.

## Växters och djurs förökning och livscyklar

### *Växter*

Driver m.fl. (1994b) har visat att barn inte känner till att växter kan föröka sig sexuellt. Detta konkretiserades i denna studie, särskilt när det gäller hur träd förökar sig. Studien visar att eleverna efter undervisningen i större utsträckning känner till den sexuella förökningen hos växter. Däremot betyder inte detta att de kan tillämpa denna princip för andra fröväxter, som t.ex. träd. Många elever ger uttryck för föreställningen att träd enbart förökar sig med rötter, även om en del beskriver att det bildas frön vid rötterna. Att träd blommar verkar vara nytt för eleverna, även om de vet att lönnen bildar lönnfrön, eken ekollon och rönnen rönnbär. Även om man vet att en ek bildar frön, så behöver inte rönnen göra det. Att dessa kan ge upphov till nya träd vet inte alla. Detta har, så vitt jag vet, inte tidigare uppmärksammats i litteraturen. Det har också visat sig att för många barn i denna ålder är det nytt att många frukter bildas som ett resultat av att insekter pollinerar, alltså att insekter ofta har en avgörande roll för frö- och fruktbildning.

Det är inte heller alla elever som i dessa klasser känner till var frukt och frön på en växt bildas. Detta har också tidigare visats av bl.a. Jewell (2002) och Helldén (1992, 2000). Efter undervisningen är det dock fler som vet detta och det verkar som om en del av eleverna, särskilt i den senare undervisningsomgången, kan ha utvecklat en generell kunskap om detta, dvs. att de fått en ökad insikt om hur frukter och frön i allmänhet kommer till. Elevernas svar på de uppgifter som rör sambandet mellan blomma och frukt (avsnitt 7.1) visar nämligen att en del elever efter undervisningen använder kunskaper om sin omvärld och knyter ihop dessa med de kunskaper de fått i skolan.

### *Djur*

Resultaten indikerar att en del elever inte tänker sig att puppstadiet hos insekter är artspecifikt. Eller kan det handla om att man inte tänker sig att larverna är artspecifika, dvs. det finns en slags larv och av den kan det bli en fluga, fjäril eller annat? Elevernas svar på den uppgift som berör detta kan förstås handla om att de inte förstått frågan, men annars ger deras svar anledning att fundera över vilken möjlighet man har att förstå genetik och arters stabilitet om man inte tänker sig att en art är densamma oavsett i vilket utvecklingsstadium den befinner sig i. Detta har jag inte funnit några andra exempel på i litteraturen. Det understryker dock Shepardsons (2002) slutsats

att elever behöver ges möjlighet att studera olika insekter och deras utveckling för att få en mer generell kunskap om den fullständiga förvandling som många insekter har. Att många av eleverna i denna studie före undervisningen inte svarar att insekter parar sig kan innebära att de inte i någon större utsträckning funderat över hur insekter och andra småkryp förökar sig. Detta har jag inte funnit några andra studier om.

## **Känslor och estetik**

Avhandlingens empiriska studie innehåller en mängd exempel på att estetik och känslor ingår i undervisningen om biologiska livscyklar. Främst handlar det om elevernas reaktioner på och beskrivningar av de spyflugelarver och ärtplantor som de observerar och tar hand om under de månader som undervisningen pågår (avsnitt 7.2). Spyflugelarverna beskrivs som ”äckliga”, ”söta”, ”fula”, ”slajmiga”, ”lite intressanta”. Ärtplantorna som ”söta”, ”fina”, ”gulliga” och att ta hand om dem är ”spännande”, ”intressant” och ”jättekul”.

Jakobson (2008) som menar att estetiska erfarenheter är en integrerad del av undervisningen, har studerat förekomsten av estetiska erfarenheter i undervisning i naturvetenskap i grundskolans lägre åldrar. Hennes slutsatser av dessa studier är att estetik och känslor har betydelse både för vad barnen lär sig och hur de lär sig. Det handlar om såväl positiva som negativa erfarenheter. Om negativa erfarenheter inte omformas till positiva är det risk att eleverna inte gör det som var tänkt i undervisningen och kanske till och med undviker liknande situationer i framtiden, lär sig mindre och till slut kanske helt slutar intressera sig för naturvetenskap. Estetiska erfarenheter är alltså viktiga med avseende vilken riktning elevernas lärande tar, menar Jakobson (2008). Som ett exempel beskriver hon en flicka som först tyckte att en dagmask var ”äcklig”, men när hon märkte att den var skadad, kom hon över sin avsmak och kallade den istället för ”gullig” och gav den ett smeknamn. Om denna elev inte kommit över sin negativa känsla, hade hon sannolikt inte kunnat fortsätta att delta i denna aktivitet som innebar att observera dagmaskar, menar Jakobson (2008). En situation i min studie när Stinas sätt att agera och uttrycka sig på troligen medverkar till att negativa omdömen från en del av eleverna vänds till positiva, är när hon introducerar spyflugelarverna under den sista undervisningsomgången. Genom sin tidigare erfarenhet vet hon att eleverna kan reagera negativt och att detta skulle kunna minska möjligheterna att få dem nyfikna och intresserade av att ta hand om och observera larverna. En annan situation var när Stina genom förtesten

märkt att några elever angett negativa omdömen om att ”plantera och så fröer”, och därför uppmärksammade just dessa elever och hjälpte dem ”träna” sig i att ta i jorden och att dessa elever sedan blev positivt inställda till detta, vilket de också uttrycker i sina skrivböcker.

Negativa erfarenheter eller omdömen behöver dock inte alltid vara en nackdel. Ibland kan både positiva och negativa omdömen och erfarenheter vara en nödvändig del av naturvetenskapligt lärande, menar Jakobson (2008), som också lyfter fram betydelsen av lärarens sätt att uttrycka sig för vilken riktning elevernas aktivitet tar och därmed för vad de har möjlighet att lära sig både kognitivt och begreppsmässigt.

I vilken mån elevernas upplevelser av och omsorgen om växterna och småkrypen i min studie underlättar förståelsen av biologiska livscyklar och de begrepp som ingår där, kan jag bara ha hypoteser om, men när eleverna svarar på frågor om aspekter av växters och djurs livscyklar, hänvisar de ofta till sina observationer av ärtplantan och spyflugelarverna, ibland också till blåbärsblomman, som de studerat och diskuterat. Detta visar att vad eleverna upplever i undervisningen utgör en betydelsefull reflektionsbas för dem. Det är därför troligt att t.ex. elevernas upplevelser av spyflugelarvernas utveckling tillflugor är en starkt bidragande orsak till att så gott som alla elever, både direkt efter undervisningen och ett halvår senare, svarar korrekt på frågan om hur det blirflugor, jämfört med ett fåtal före undervisningen.

Studier av Tomkins och Tunnicliffe (2007) av barn mellan 5 och 10 år visade att de attraherades sådant som var levande eller associerades till levande. Studier av 12-åriga elever som självständigt observerade flaskakvarier med artemier<sup>53</sup>, visade att eleverna blev påtagligt intresserade och elevernas dagboksanteckningar akvarierna blev successivt alltmer kvalificerade. Detta tyder, liksom min studie, på att upplevelser och observationer av levande organismer kan ha betydelse för vad eleverna lär sig. En forskningsöversikt över studier i fält har också visat att dessa kan ge eleverna möjlighet att utveckla kunskaper och färdigheter som berikar deras lärande i klassrummet, liksom att fältstudier kan göra att det kognitiva och affektiva lärandet förstärker varandra och leder till ett utvidgat lärande (Rickinson m.fl., 2004). Andra studier visar också att upplevelser i naturmiljön har betydelse både för

---

<sup>53</sup> *Artemia salina*, ett saltvattenlevande litet kräftdjur.



vad eleverna lär sig och kommer ihåg (t.ex. Helldén, 2000; Magntorn, 2007; Nundy, 1999).

I Stinas undervisning om biologiska livscyklar finns många exempel på att eleverna får rikhaltiga affektiva upplevelser. Detta visar att denna undervisning skulle kunna vara en del i att ett uppnå det övergripande kursplanemålet för biologi, som innebär att undervisningen skall ”befästa upptäckandets fascination och glädje och människans förundran och nyfikenhet inför det levande”. Elevernas uttryck för sina omsorger under lektionerna och i sina dagböcker visar att undervisningen också kan bidra till att ”främja omsorgen om och respekten för naturen och medmänniskorna” (Skolverket, 2007). Undervisningen utgör också exempel på hur kognitiva och affektiva kursplanemål kan integreras, så som efterfrågas av bl.a. Munby och Roberts (1998).

### 11.3 Lärarens utveckling och undervisningens förändring

Stinas ämnesdidaktiska kompetens (Zetterqvist, 2003) under de terminer som hon genomför undervisning om livscyklar analyserades med utgångspunkt från de fyra aspekterna ”Kunskaper om biologiska livscyklar”, ”Undervisningsstrategier och idéer om lärande”, ”Intresse för och kunskap om elevers föreställningar” samt ”Användning av formativ och summativ utvärdering”. Resultatet av denna analys visade att Stina genomgått en utveckling när det gäller samtliga dessa aspekter. Stinas allmänna kompetens som lärare, som hennes förmåga att skapa positivt arbetsklimat i klassen, att stimulera till gott kamratskap, att ta itu med konflikter och förmåga att undervisa med demokratiska arbetsformer m.m., har troligen också ökat med åren som ett resultat av hennes ökande lärarerfarenhet, men att undersöka denna ingår alltså inte i denna studie.

Det huvudsakliga syftet med att analysera Stinas kompetens med avseende på ovan nämnda aspekter, var att ha en möjlighet att relatera denna till hennes undervisning och till elevernas lärande. Ändå är det svårt att låta bli att diskutera orsakerna till de förändringar som konstaterats. Detta gör jag i följande avsnitt.

## **Formativ utvärdering bidrar till ökad ämnesdidaktisk kompetens**

Som framgår av tidigare avsnitt finns det nu omfattande forskning som visar hur konsekvent genomförd formativ utvärdering inte bara gör att elever lär sig mer och får bättre självförtroende, utan också att lärares kompetens att undervisa ökar (Black, m.fl., 2003; Millar, m.fl., 2006). En hypotes är därför att Stinas ökade användning av formativ utvärdering är en bidragande orsak till den utveckling hon genomgått när det gäller de fyra aspekterna i min analys. Som visats i kapitel 9 har hon också använt den summativa utvärdering, som ingått som en del av denna studie, på ett formativt sätt. Här utvecklar jag min grund för denna hypotes när det gäller dessa fyra aspekter.

### *Naturvetenskapligt kunnande om livscyklar*

Genom den formativa utvärderingen har Stina fått en ökad kunskap om elevernas sätt att resonera inom ämnesområdet ”växters och djurs livscyklar”. Genom att hon tar reda på hur eleverna resonerar inom olika områden, börjar hon själv reflektera över innebörden i begrepp och företeelser, får därmed ett behov av att förstå och kunna bättre och därmed ökar hennes eget ämneskunnande. Att elever och lärare lär sig parallellt har också Rönnerman (1996) beskrivit. Abell (2007) redovisar studier som visat hur lärares ämneskunskaper ökat när de blivit medvetna om sina elevers kunnande och Zetterqvist (2003) beskriver ett flertal studier där elevers föreställningar utnyttjats som utgångspunkt för att utveckla lärares ämnesdidaktiska kunskapsbas.

### *Undervisningsstrategier och idéer om lärande*

När det gäller aspekten ”Undervisningsstrategier och idéer om lärande” menar jag att Stinas förändrade undervisning till stor del också beror på hennes formativa utvärdering. Black, m.fl. (2003) visar i sin studie att lärarnas formativa utvärdering ledde till genomgripande förändring både av deras syn på lärande och sätt att organisera och bedriva undervisningen. Genom att lärarna började lyssna mer uppmärksamt på elevernas frågor, fick de så småningom en insikt om att lärande inte handlade om att passivt ta emot kunskap, utan om att de som lär sig behöver vara aktiva för att skapa sin egen förståelse. De kom fram till att läraren behöver se till att undervisningen innehåller lämpliga mål och ge eleverna stöd för att uppnå dem. Så småningom utvecklade lärarna lärandemiljöer som var inriktade på

förbättringar och detta uppnåddes genom att utveckla och stödja samarbete i deras klassrum (Black m.fl., 2003).

### *Intresse för och kunskap om elevernas föreställningar*

Även aspekten ”Intresse för och kunskap om elevers föreställningar” anser jag utvecklats som en följd av Stinas ökade användning av olika typer av utvärdering. Det finns många exempel på att hon, efter det att hon tagit del av, eller själv upptäckt genom sin formativa utvärdering, hur elever uttryckt sig muntligt eller skriftligt, successivt blivit allt mer intresserad av att själv ta reda på elevernas funderingar. Hon kom också att organisera undervisningen på ett sådant sätt att eleverna tillsammans med andra skulle få möjlighet att formulera sina idéer och funderingar.

De studier som anförts som exempel ovan har inte alltid i dessa sammanhang kallats formativ utvärdering, men innehåller tydliga sådana inslag. Min slutsats blir att motorn som driver Stinas kompetensutveckling är hennes ökade insikter i, intresse för och genomförande av formativ utvärdering. Detta har förstås stimulerats av att jag funnits med som handledare och fungerat som ”bollplank”. Våra samtal har innehållit ämnesfördjupning, diskussion om ämnesdidaktiska forskningsresultat och den information som utvärderingen av undervisningen gett. Stinas kontinuerliga reflekterande i sina dagböcker har troligen också haft betydelse för hennes utveckling. Genomgående är dock att allt har kretsat kring hennes reflektioner om det hon genom sin formativa utvärdering fått veta om elevernas förståelse och reaktioner när det gäller undervisningsinnehållet ”Växters och djurs livscyklar”.

## 11.4 Kompetens, undervisning och lärande

Abell (2008) hävdar att trots den forskning som genomförts om lärares kompetens att undervisa i naturvetenskap, har vi fortfarande inte svaret på två betydelsefulla frågor. Den ena handlar om vilken relation det finns mellan PCK (pedagogical content knowledge) och lärares praktik, den andra om vilken relation det finns mellan PCK och elevers lärande (Abell, 2008). För att få veta hur lärares kunskaper påverkar eleverna behövs fler och många olika typer av klassrumsstudier med komplexa forskningsmetoder, menar hon. Också Hewson (2007) hävdar att trots den komplexitet som det innebär, måste undersökning av lärares professionella utveckling kopplas till vad eleverna lär sig.

Min studie kan sägas utgöra ett försök att beskriva relationen mellan en lärares ämnesdidaktiska kompetens, lärarens undervisning och vad eleverna lär sig och upplever när det gäller växters och djurs livscyklar. I kapitel 7 redovisar jag med utgångspunkt från olika elevuppgifter hur eleverna resonerar om aspekter av biologiska livscyklar och hur de uttrycker sig om växterna och småkrypen. I kapitel 8 diskuterar jag mitt analysresultat av hur en lärares ämnesdidaktiska kompetens utvecklas och hur hon beskriver sin undervisning. I kapitel 9 redovisar jag slutsatserna av min analys av hennes undervisning. Genom dessa resultat försöker jag här göra en sammanfattande analys som väver samman resultaten av dessa tre kapitel och därför mina tre forskningsfrågor.

Analyserna av elevuppgifterna visar att eleverna oftast svarar och berättar annorlunda efter undervisningen än före. Detta är tydligare för undervisningsgruppen 2006 än det är för undervisningsgruppen 2003 (se avsnitt 7.4). Elevgruppen 2006 ger t.ex. mer utförliga och biologiskt mer korrekta svar på frågan som handlar om bins betydelse för att det blir äpplen. Det är också en större andel av eleverna detta år som efter undervisningen visar att de känner till att en ek kan föröka sig med frön. Däremot verkar de inte kunna använda dessa nya kunskaper på en rönn. Inte heller visar resultaten att elevgruppen 2006 genomgående får ökade kunskaper om vad som kallas för levande. De båda elevgruppernas svar på uppgifter visar däremot en genomgående tendens till en högre grad av långsiktig behållning för eleverna i den andra undervisningsomgången. Analysresultaten som helhet när det gäller hur de båda elevgrupperna svarat på frågor om biologiska livscyklar uppvisar däremot inte alltid skillnader när det gäller resultat efter undervisningen. Detta beror bl.a. på att elevgruppen redan 2003 visade ett ökat kunnande efter undervisningen. Det gäller t.ex. uppgifterna om befruktning respektive om en flugas utveckling.

Trots att det inte alltid är några stora och tydliga skillnader i resultat på eftertesten mellan de båda elevgrupper som Stina undervisar under de perioder som studerats, finns det kvalitativa tecken på en fördjupad kunskap hos eleverna 2006 som ett möjligt resultat av Stinas ökade kompetens att undervisa om biologiska livscyklar.

Analysen av lärarens kompetens omfattar data efter det att undervisningen avslutats 2006. Den sista intervjun genomfördes ett halvår efter avslutad undervisning. Vid detta tillfälle hade det fördröjda eftertestet gjorts. Stina

hade inför detta intervjutillfälle dels fått en resultatsammanställning från mig av resultaten från eftertesten och hade själv gått igenom och gjort en egen sammanställning av resultatet på den fördröjda eftertesten. Direkt efter det att undervisningen avslutats i juni hade vi också haft en intervju. Det är därför rimligt att anta att den kompetens som Stina uppvisar vid båda dessa intervjuer, alltså efter det att undervisningen avslutats, inte hunnit komma till uttryck i undervisningen med de elever som gjorde testerna. En hypotes är därför att en nästföljande undervisningsomgång om biologiska livscyklar skulle ge tydligare positiva skillnader i elevresultat jämfört med denna andra undervisningsomgång.

Stina tycks också successivt bli mer medveten om de möjligheter som observationerna av organismerna innehåller. För undervisningen 2006 finns det tydliga exempel på att hon blir aktiv ”medupptäckare” för att skapa och bibehålla intresse. Hon ser också den möjlighet som elevernas studier av sina ärtplantor och maggotslarver ger för att stimulera dem till att skriva mer reflekterande om sina observationer och upplevelser. Möjligen hjälper detta eleverna att med sitt eget språk börja formulera sig med naturvetenskapliga termer. Analysen visar också att Stina blir allt skickligare på att ”iscensätta” undervisningen så att de flesta elever blir positivt engagerade i de levande organismerna. Min hypotes är att detta har betydelse för att eleverna sedan hanterar sina spyflugor med respekt och visar omsorg om sina ärtplantor.

Analysen tyder på att det finns ett samband mellan vad eleverna lär sig och i viss mån även upplever och Stinas kompetens att undervisa om växters och djurs livscyklar. Eleverna som ingår i den sista studien verkar kunna överföra sin kunskap från ett sammanhang till ett annat på ett bättre sätt än de elever som ingick i studien 2003.

Black och Wiliam (1998b) understryker betydelsen av att lärare, när de introducerar nya naturvetenskapliga begrepp, också tar reda på vad de som undervisas förstått, och att det finns övertygande bevis för att barn lär sig bättre när olika typer av lämplig formativ utvärdering äger rum. Jag kan inte genom denna studie tydligt visa att elevena lärt sig mer genom att Stina genomfört mycket formativ utvärdering. Däremot anser jag att jag har underlag för att hävda att Stinas undervisning blir mer specifik och målinriktad genom hennes formativa utvärdering och att det kan vara ett skäl till att eleverna lär sig mer än de annars skulle gjort.

Genom att kombinera analysresultaten av mina tre forskningsfrågor anser jag att jag åtminstone till viss del svarat på Abells (2008) båda frågor enligt ovan, dvs. hur Stinas ämnesdidaktiska kompetens förhåller sig till hennes praktik och hur hennes kompetens förhåller sig till elevernas lärande.

### **Formativ utvärdering skapar behov av teorier**

Ett resultat av det forskningsprojekt som tidigare beskrivits (Black, m.fl., 2003), var att lärarna ganska snart insåg att de behövde bättre modeller för hur deras elever tänker, för att de skulle kunna svara på frågor och kommentera arbeten med syfte att ge eleverna stöd i deras lärande. Med andra ord, menar författarna, så behövde lärarna inte främst utveckla sitt abstrakta ämneskunnande, utan kunskap om vilka aspekter av ett ämnesområde som innebär särskilda svårigheter och att veta på vilket sätt elevernas lärande av dessa kan underlättas (Black, m.fl., 2003). När lärarna började lyssna mer uppmärksamt på elevernas svar, började de också mer till fullo inse att lärande inte handlade om att passivt ta emot kunskap, utan att eleverna måste vara aktiva i sitt eget lärande. De kom fram till att man inte kan lära åt en elev, utan att detta måste åstadkommas av eleven själv:

*.../learning cannot be done for the student; it has to be done by the student. The teacher's role is to 'scaffold' this process – that is, to provide a framework of appropriate targets and to give support in the task of attaining them. (Black, m.fl., 2003, s. 59. Författarnas kursivering.)*

Eleverna behöver alltså få stöd för sina observationer, men samtidigt måste eleven vara aktiv i sitt lärande. Balansen mellan elevens egna intryck och erfarenheter och lärarens inblandning blir då betydelsefull, vilket Piaget (1962) framhåller. Han menar att det finns en risk att lärarens inblandning kommer för tidigt, för sent eller att den inte görs på ett sådant sätt att barnets lärande stimuleras. Dewey (1916/1999) menar att den vuxne skall skapa förutsättningar för barnet att lära, men delta i lärandet. Leach och Scott (2008) problematiserar också elevernas självständiga aktiviteter i relation till lärarens introduktion och vägledning och anser att lärarens vägledning är nödvändig om målet med undervisningen är att eleverna skall uppnå begreppslig förståelse inom något naturvetenskapligt ämnesområde.

Det finns dock en del kunskaper som elever kan tillägna sig genom självständiga observationer. Det visar exemplet som beskrivits i avsnitt 4.1, då elever lärde sig om artemiers levnadssätt och reproduktion genom att de självständigt fick observera och beskriva sina artemieakvarier (PET-flaskor)

under några veckors tid. Studien visade också att elevernas intresse drastiskt avtog efter det att läraren berättat om artemiernas liv under en lektion (Tomkins & Tunnicliffe, 2001). Detta understryker att det krävs känslighet från lärarens sida för att avgöra om en inblandning är lämplig eller inte, så som Piaget (1962) framhåller. Stinas resonemang om huruvida hon skulle introducera begrepp eller inte, i samband med elevernas observationer av sina levande organismer, så som beskrivs i avsnitt 8.2, visar att hon blivit medveten om detta.

### **Formativ utvärdering för ett tillåtande klassrumsklimat**

För denna avhandling har jag för mina forskningsfrågor, metoder, analyser och slutsatser utgått från ett socialkonstruktivistiskt perspektiv i kombination med det teoretiska ramverk som biologiämnet utgör (kapitel 2). Det individuella lärandet skapas i samverkan med omgivningen. Den sociala miljön, hur eleverna bemöts och hur språket används har betydelse för vad eleverna lär sig och upplever. Min litteraturgenomgång i kombination med min empiriska studie utgör exempel på att en undervisning som bygger på formativ utvärdering kan skapa en klassrumsmiljö där elevernas idéer och funderingar respekteras. Genom den formativa utvärderingen blir mötet med varje elev centralt. Genom att syftet med den formativa utvärderingen inte är att ”klassificera” eleverna i en ”bra-dålig” gradient, utan att hjälpa eleverna att göra framsteg utifrån sina förutsättningar, stimuleras ett positivt arbetsklimat som snarare stärker elevernas självförtroende än stjälper det (Black, m.fl. (2003). I sådana klassrum kan alla lyckas, menar de, eftersom alla kan göra framsteg. Författarna framhåller också att deras erfarenheter visar att en lärare som betonar formativ utvärdering har som målsättning att inkludera alla elever i lärandet och att tillmötesgå allas lärandebehov (Black, m.fl., 2003).

Även annan forskning betonar sådana principer som att man behöver utgå från den kunskap eleven redan har, att eleven aktivt behöver bli involverad i lärandeprocessen, att eleven behöver lära sig att själv bedöma sitt lärande och avsikten med det och att samtalet har betydelse för lärande (Black, m.fl., 2003). Detta kan ofta betecknas som ”beprövad erfarenhet”, men det är också sådant som är nytt med detta:

What is new is that formative assessment provides ways for teachers to create classrooms that are more consistent with the research on learning. A focus on formative assessment does not just add on a few techniques here and there – it organizes the whole teaching and learning venture around learning, and supports

teachers in organizing the learning experiences of their students more productively. (Black, m.fl., 2003, s. 79)

Författarna hävdar att utvecklingen av formativ utvärdering ”addresses matters that are at the heart of the improvement of teaching and learning, and in this we claim it is filling a vacuum” (Black, m.fl., 2003, s. 101). De hävdar också att det inte är många av de olika förändringar som föreslagits för att förbättra skolan som har så mycket stöd i forskningen som formativ utvärdering har.

## **Formativ utvärdering och ZPD**

Genom sin formativa utvärdering får Stina insikter om sina elevers förståelse av aspekter av biologiska livscyklar och hon försöker på olika sätt bemöta eleverna i deras lärande. Samtidigt som hon lär sig förstå eleverna, utvecklas hennes eget kunnande. Detta skulle kunna beskrivas som att Stina aktivt försöker identifiera elevernas närmaste utvecklingszon för att försöka bemöta och hjälpa varje elev i sitt lärande. Vikström (2005) beskriver lärarnas sätt att försöka finna ut elevernas förståelse på detta sätt och Ash och Levitt (2003) har visat hur både lärares professionella kompetens och elevernas lärande ökar när lärare med utgångspunkt från elevernas närmaste utvecklingszon strategiskt och medvetet genomför formativ utvärdering.

## **Learning demand**

Genom att definiera elevers ”learning demand”, som är skillnaden mellan elevernas vardagliga kunnande inom olika naturvetenskapliga ämnesområden och skolkunskapen, får läraren, menar Leach och Scott (2008), en bättre möjlighet än annars att planera och genomföra undervisning som blir meningsfull för eleverna. Denna identifiering kan göras med hjälp av forskningsresultat:

The concept of learning demand itself follows from the social constructivist perspective on learning in setting up the comparison between everyday and school social languages. Actually identifying learning demands involves drawing on research evidence about students’ domain specific reasoning about natural phenomena. (Leach & Scott, 2008, s. 664)

”Learning demand” kan identifieras för en grupp elever, medan den närmaste utvecklingszonen gäller för olika individer. Med ökad kunskap om ”learning demand” för olika naturvetenskapliga områden bör alltså förutsättningarna öka att arbeta inom den närmaste utvecklingszonen för enskilda elever eller mindre grupper av elever.



## 11.5 Några implikationer för lärarutbildning

”Beprövad erfarenhet” eller ”Undervisningspraxis” förs ofta fram som en viktig del av läraryrket (Sandell, Öhman & Östman, 2005; Andersson, 2001). Om kunskapen kunde öka om vad denna består av skulle förutsättningarna öka att erbjuda studenter en lärarutbildning som gör dem väl förberedda för sin kommande verksamhet.

Avhandlingens empiriska och teoretiska del ger goda argument för att utveckla undervisning om formativ utvärdering på lärarutbildningar. Detta innebär att erbjuda lärarstudenterna väl utprovade sätt att genomföra formativ utvärdering inom olika ämnesområden, men också ge dem möjlighet att under god handledning pröva att tillämpa detta under sin praktik och att förändra sin undervisning på grundval av sina utvärderingsresultat. Detta skulle öka förutsättningarna för dem att som nyutexaminerade lärare kunna bedriva en undervisning som ger varje elev möjlighet att utvecklas på bästa möjliga sätt efter sina förutsättningar.

Vygotsky (1978) framhåller att undervisningen måste ligga före barnet i dess utveckling så att lärandet kontinuerligt stimuleras. För att man som lärare ska ha möjlighet att befinna sig i barnets närmaste utvecklingszon, krävs alltså, så som jag tolkar detta, en kontinuerlig formativ utvärdering för att inte barnet bara skall lämnas därhän för att utvecklas ”i sin egen takt”.

I Rapporten ”Science Education in Europe: Critical Reflections” framhåller Osborne och Dillon (2008) en utveckling av och stöd till formativ utvärdering som en av de viktigaste fortbildningsinsatserna:

Improving the range and quality of assessment items used both to diagnose and assess student understanding of processes, practices and content of science should, therefore, be a priority for research and development (Osborne & Dillon, 2008, s. 24)

Ash och Levitt (2003) hävdar att deras studie av hur lärare förbättrar sin undervisningskompetens och sina elevers lärande genom att använda ”den närmaste utvecklingszonen” som en teoretisk utgångspunkt för formativ utvärdering har relevans för hela utbildningssystemet. Alla lärare från förskola till universitet, menar de, har nytta av att förstå varför formativ utvärdering fungerar som en effektiv strategi för en ständigt pågående professionell utveckling.

## 11.6 Fortsatt forskning

Min avhandling har tydliggjort olika områden för fortsatt forskning. Dessa beskrivs kortfattat här:

- Rickinson m.fl. (2004) visar i sin forskningsöversikt angående uteundervisning att det finns områden som inte undersökts. Dessa handlar bl.a. om arten av det lärande som sker utomhus samt relationen mellan det lärande som sker i klassrummet och det lärande som sker utomhus. Båda dessa är av intresse att studera.
- Jakobson (2008) har visat att emotionella och estetiska aspekter är avgörande för vilken riktning undervisning i naturvetenskap tar. Min studie har visat att elevernas omsorger stimuleras av de levande organismerna och att de uttrycker sig känslomässigt om dem. Det skulle därför vara intressant att närmare studera betydelsen av levande växter och djur i undervisningen för elevernas långsiktiga lärande och intresse.
- Att undersöka den betydelse en undervisning som utgår från levande organismer och undervisning i naturmiljön kan ha för elevernas långsiktiga omsorg om naturen och intresse för hållbar utveckling.
- Att utveckla och studera användning av formativ utvärdering för olika ämnesområden och stadier.
- Att försöka konkretisera och beskriva skillnaden mellan vardags-tänkande och skolans naturvetenskap, dvs. ”learning demand” för olika naturvetenskapliga ämnesområden.

## 11.7 Lärande för hållbar utveckling?

Denna avhandling har visat att ett grundläggande kunnande om livets fortlevnad och villkor bara delvis finns i barnens föreställningsvärld och att delar av detta gäller komplexa företeelser som eleverna visserligen kan lära sig att beskriva, men vars detaljer kan glömmas på sikt. Dessa kunskaper i kombination med respekt och förundran för den omgivande livsmiljön är en viktig beståndsdel i möjligheten att framgent kunna förstå och ta till sig den miljömässiga dimensionen av hållbar uveckling, anser jag. Här utvecklar jag avslutningsvis detta.

En miljömedveten medborgare är enligt Östman (1995) en individ som ser sig själv som en del av naturen och som hyser respekt för och har en ansvarskännande attityd gentemot naturen. Littleddyke (2008) anser att kognition och affektion explicit behöver integreras i naturvetenskaplig undervisning som syftar till miljömedvetenhet och att en förståelse för människans del av naturen kan uppkomma genom kontakt med det levande. Han menar att erfarenheter av levande organismer positivt kan påverka barns attityder till en mängd arter och utöka deras förståelse för biologiska begrepp. Detta ökar möjligheten till identifiering med den levande världen och kan framkalla en vidare känsla av omsorg och ansvar, hävdar han.

Lärande i miljöer utanför klassrummet har betydelse för barns hela utveckling, har Malone (2008) visat i en forskningsöversikt. De studier som gjorts av barn som deltagit i aktiviteter i naturmiljöer och icke-formella lärandemiljöer som t.ex. muséer, visar att detta påverkar såväl barnens kognitiva lärande som sociala lärande och att de får positiva känslomässiga och fysiska erfarenheter. Detta framgår också av en tidigare forskningsöversikt som gäller utomhuslärande av Rickinson m.fl. (2004). Helldén (2000) har visat genom longitudinella studier att barns tidiga erfarenheter har betydelse för deras fortsatta lärande om processer i naturen.

Bonnet (1999) menar att när det gäller de miljömässiga frågorna är vår medvetenhet om dem centralt. Det handlar inte bara om att se dem som att nå ett särskilt mål, utan att det är en attitydfråga, ett sätt att relatera till vår naturliga omvärld. Därför måste värden och attityder gentemot naturen vara en utgångspunkt och studier om naturens komplexitet, diversitet och känslighet omfatta en förståelse för att vi existerar som en del av naturen (Bonnet, 1999). Öhman (2006) för också fram människans förhållande till naturen som en del i den etik som i centrala policydokument anges som central för förståelsen av hållbar utveckling.

Att sköta om och studera levande växter och djur i klassrummet, liksom att studera växter och djur i den i omgivande naturmiljön är en del av detta, menar jag. På detta sätt blir undervisningen i naturvetenskap en del av elevernas erfarenhet och verklighet, samtidigt som fascination, förundran och omsorg stimuleras, vilket min studie innehåller exempel på. Samtidigt blir moral och etik en integrerad del i denna typ av undervisning.

Ekborg (2002) har bl.a. med utgångspunkt från miljörelaterade mål i den svenska skolans kursplaner för naturorienterande ämnen, identifierat några

naturvetenskapliga begrepp som väsentliga för förståelse av miljöfrågorna. Dessa begrepp är, enligt henne: fotosyntes, respiration, nedbrytning, förbränning, materia, energi och kretslopp (Ekborg, 2002). Hon tar alltså inte upp livscyklar som väsentliga för att förstå miljöfrågor, men jag menar att kunnande om växters och djurs livsförutsättningar och reproduktion är andra företeelser av betydelse för att förstå ekosystemets känslighet och förutsättningar för livets kontinuitet. Detta kan också leda till en förståelse för på vilka olika sätt vi människor är beroende av naturmiljön. Inte minst gäller detta på vilket fundamentalt sätt vi för vår matförsörjning är beroende av växternas reproduktion och fruktsättning. Kanske skulle utökade studier under en längre tid också kunna öka elevernas intresse för växter och öka deras medvetenhet om växternas betydelse för vår existens och därmed bidra till att minska den ”Plant blindness”, som uppmärksammats av Wandersee och Schussler (2001).

Sund (2008) framför att människans relation till naturen, som en del av miljöperspektivet, håller på att utvecklas inom fler akademiska discipliner än tidigare, både inom naturvetenskap och humaniora och skulle kunna innebära studier av naturrelationen inom flera skolämnen. Diskussioner om naturrelationen i ett lärarlag med olika kompetenser skulle kunna utveckla ett gemensamt, ämnesövergripande och integrerande förhållningssätt till lärande och undervisning, menar han.

Vi befinner oss mitt i den av FN proklamerade dekadern för utbildning för hållbar utveckling 2005-2014. Kunskap om, känsla för och omsorg om den naturliga livsmiljö vi ingår i är en central del i förståelsen för hållbar utveckling. Att ta hand om, studera och lära sig genom levande växter och småkryp kan på sikt bidra till att utveckla en sådan förståelse. Förhoppningsvis kan denna avhandling inspirera några till att börja studera småkryp och ärtplantor i hem och klassrum och till att börja titta efter trädblommor!

# *SUMMARY*

## Introduction

The aim of this thesis is to increase the knowledge of teaching and learning about life cycles when the teaching is based on living organisms and the teacher is introduced to ideas of research on pupils' ideas (conceptual understanding) and formative assessment. This is addressed by investigating the pupils' learning as well as how they experience living organisms, by investigating the teachers' competence and by a description of the actual teaching.

The reproduction of organisms is the base for the continuity of life on earth. Learning about this will help the pupils to acquire an understanding of their living environment based on knowledge of the natural sciences and learning about this is thus a part of scientific literacy. My standpoint is also that this content area may lead to knowledge and attitudes that are important in education for sustainable development.

The teachers' competence to teach this area is probably of crucial importance for the children's learning and interest. Teaching based on living plants and animals could integrate aesthetic experiences and cognitive learning and make scientific learning enjoyable.

## Theoretical framework

### **A social constructivist perspective**

The individual learning of both pupils and the teacher is addressed in this thesis. This is considered within the social context of the classroom. The theoretical framework for the study is therefore a social constructivist way of regarding learning and knowing. This is described by Leach and Scott (2008) in the following way:

This social constructivist view brings together the social-interactive and personal-sense-making parts of the learning process and identifies language as the central

form of mediational means on both social and personal planes. (Leach & Scott, 2008, s. 655)

Knowledge within this perspective is individual, but is changing and developing continuously through interaction with the environment. Language is seen as the means of communicating this knowledge. By analysing what is said or written, it is thus possible, within this perspective, to get an idea about individual knowledge.

The biological theories and concepts concerning this content area are also part of the theoretical framework guiding data collection, analysis and conclusions.

### **Common sense and the language of science**

The theories and concepts of science that are taught in school the students cannot discover by themselves. These must be introduced to the learner by someone who has already acquired them. Accordingly, learning science can be seen as a process of enculturation rather than getting to understand the natural world (Leach & Scott, 1995). Characterizing science learning as a way of entering a new culture is also suggested by Aikenhead (1998), who describes students learning science as tourists in a foreign culture.

Many studies have revealed that students have notions about natural phenomena that are not the same as the scientific way of explaining them. Andersson (2001) claims that these so-called "everyday" ways of knowing can be regarded as complementary and respectable ways of knowing and understanding. Other researchers such as Dewey (1916/1999) present the view that children's commonsense is a resource to build upon rather than an "enemy" to combat. His standpoint was that without everyday knowledge, scientific concepts cannot be understood. He stressed that a factual empirical situation is needed as a starting point for the thinking.

Lemke (1990) introduced the concept of "talking science" and claimed that learning science is about learning to communicate with the specialized scientific language, but he emphasized that it is not only a question of learning to know the meaning of the words, it is also about learning the relations of meaning between different words.

## **Zone of proximal development**

Vygotsky (1978) introduced the concept of "Zone of proximal development". He describes this as:

It is 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)

The significance of this concept is that teaching should aim to precede the child's development, since learning oriented toward developmental levels that have already been reached is ineffective from the viewpoint of a child's overall development (Vygotsky, 1978)

## **Learning demand**

Leach and Scott (1995) introduced the concept of "learning demand" for the difference between school science knowledge and the students' everyday knowledge. Definition of students' "learning demand" is based on research results about students' domain-specific knowledge in science (Leach & Scott, 2008). By doing this, the teacher is better able to plan and carry out teaching that is meaningful for the students, they believe:

The purpose of identifying learning demands is to bring into sharper focus the intellectual challenges facing learners as they address a particular aspect of school science; teaching can then be designed to focus on those learning demands. (Leach & Scott, 2002, s. 126)

"Learning demand" is identified for a group of students working within a specific subject area.

## **Teacher knowledge and learning**

In order to understand and discuss the teacher's development and competence I have mainly used "Pedagogical Content Knowledge" (PCK) according to Shulman (1987) and "Ämnesdidaktisk kompetens", which was introduced by Zetterqvist (2003). PCK includes knowledge about:

- methods of representing the subject matter content in such a way that it becomes understandable to others
- the pupils' ability to understand the content

## Summary

- strategies that are fruitful in order to challenge and reorganize the children's understanding

Zetterqvist (2003) places more emphasis on the teacher's subject-specific knowledge than does Shulman.

## Biological life cycles

A life cycle in a biological sense is the period between the start of an embryo until the adult individual is the cause of a new embryo<sup>54</sup>.

According to the Swedish curriculum for compulsory school, the aim of the biology is described as follows:

The subject of Biology aims at describing and explaining nature and living organisms from a scientific perspective. At the same time the education program should consolidate the fascination and joy of discovery and Man's wonder and curiosity in all that is living. The subject also aims at making knowledge and experiences usable to promote concern and respect for nature and one's fellow men. (Skolverket, 2007)

In the curriculum text, it is also stated that the teaching of biology should also lead to wonder at and curiosity about all that is living and that knowledge and experiences should promote respect for Nature and one's fellow-beings.

The content-specific aims connected to life cycles are that at the end of grade five are that the pupils are supposed to be able to:

- recognise and be able to name common plants, animals and other organisms in the local environment as well as be familiar with their environmental requirements
- be able to give examples of the life cycle of some plants and animals and their different growth processes (Skolverket, 2007)

## Key concepts concerning life cycles

At the beginning of this study, an analysis was made of the concepts related to life cycles that were believed to be important in order to learn about and understand life cycles. The analysis was performed by considering curricular goals related to biological knowledge of reproduction and fertilisation and

---

<sup>54</sup> Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), 1992, p. 135.



was inspired by research-based support material for teachers.<sup>55</sup> The result of the analysis was that the following concepts could be considered as key concepts:

1. The concept of living in the biological sense.
2. The meaning of reproduction.
3. Sexual and asexual reproduction respectively.
4. The concept of fertilisation.
5. The reproduction of plants.
6. The reproduction of animals.

It was also considered important that the teaching of life cycles should give the pupils experience of care for living organisms. They might thus experience the "joy of discovery" as well as "respect for nature" as stated in the curriculum.

## Research overview

In this overview, some previous research concerning the areas addressed in this thesis is summarized, i.e. research on children's knowledge of aspects concerning life cycles, a teacher's competence and teaching.

### **Children's knowledge of life cycles**

In contrast to many other areas of pupils' understanding of scientific concepts, there are not many studies of children's concepts of life cycles. A search in the database STCSE<sup>56</sup> results in only one hit for "life cycles" (Shepardson, 1997). The findings are in brief:

- Studies of children's concepts of "living" show that it is common among children up to the age of fifteen not to call plants "living" (Driver, Squires, Rushworth and Wood-Robinson, 1994b; Leach,

---

<sup>55</sup> Driver, Squires, Rushworth and Wood-Robinson (1994b), Andersson och Nyberg (2006).

<sup>56</sup> The database STCSE – Students' and Teachers' Conceptions and Science Education – documents research on teaching and learning with research mostly based on constructivist perspectives. The database now consists of around 7700 references.

1995; Wood-Robinson, 1991). As the children grow older, this changes due to the children's developing biological knowledge, but still the fire and the sun is often called "alive" (Leach, 1992).

- The word reproduction is often related to copulation among mammals and to sexual reproduction. Even if children know about "reproduction", not many children know that reproduction is the prerequisite of sexual reproduction (Driver, et al., 1994b).
- There are few studies of reproduction among animals. Tamir, Gal-Chappin and Nussnovitz (1981), however, have shown that younger children think of an insect in the pupa stage as being dead, even if they know it eventually develops into a butterfly. Shepardson (1997, 2002) concludes from his studies of children's understanding of insect metamorphosis that children need to observe the development of different insects over time if a general model of insects' life cycles is to be attained.
- Many children do not believe that plants can reproduce sexually and do not know the relation between a flower and the fruit. (Tytler, Peterson & Radford, 2004). Pollination and seed dispersal and nectar and pollen are often confused (Helldén, 1992, 2000; Vikström, 2005)
- Studies indicate that pupils have little knowledge of and interest in plants (Kinchin, 1999; Sanders, 2007; Wandersee & Schussler, 2001).

## **Aesthetics in learning science**

There is a growing interest in trying to understand in what way emotions and aesthetic experiences are related to the learning in science. Wickman (2006) claims that aesthetic experiences are involved to a large extent in science teaching and learning. This is also shown by Jakobson (2008) who has investigated aesthetic experiences when learning science in elementary school.

Other studies have concluded that pupils are attracted by living organisms and that observing them can lead to considerable learning and reflection (Tomkins & Tunnicliffe, 2001, 2007). A research overview of outdoor learning claims that in field studies, affective and cognitive learning might reinforce each

other and lead to extended learning (Rickinson, Dillon, Teamy, Morris, Choi, Sanders & Benefield, 2004).

## **Teaching and learning**

The knowledge base concerning conceptual learning in science is extensive, according to Scott, Asoko and Leach (2007). They claim that the challenge is now to bridge the gap between our insights about learning and ways of teaching. Greeno (2006) holds that it is necessary, even if it is difficult, to try to analyse the whole "activity system", which includes the complex system of both pupils, teachers' teaching material and the physical environment, to avoid arriving at conclusions that we think only concern the individual when, in fact, they depend on the activity system as a whole.

Hewson (2007) maintains that even though it is complicated, teachers' professional development has "to include the complex, intertwined connection to student learning" (Hewson, 2007, p. 1181). Abell (2008) asserts that research has as yet neither been able to answer the question of the relation of PCK to teacher practice, nor the question of the relation of PCK to student learning.

### *Teachers' competence to teach science*

Teachers' subject-matter knowledge (SMK) for planning and teaching science is important. The more knowledgeable teachers tend to challenge their pupils' prior ideas to a greater extent and their teaching seems to focus on understanding rather than on "working through" certain areas (Zetterqvist, 2003). Abell (2007) maintains, though, that there are studies showing that SMK is necessary but is not enough to teach well.

Studies indicate that teachers often plan their teaching in order to retain the students' interest (Carter & Doyle, 1987). In his study of eight teachers in mathematics and science teaching in grade 1-6, Emanuelsson (2001) also found that the procedures in the classroom are what are important for the teachers. This meant that the teachers had limited opportunities to determine the students' understanding. As regards teachers' views of learning, a survey of 74 teacher students showed that almost half of them expressed a view of learning as passive reception, whereas the remainder regarded their role as teachers as being to guide their future pupils' learning (Aguirre, Haggerty & Linder, 1990)

## *Summary*

Several studies show that teachers do not seem to be aware of their students' ideas, but that when they are revealed to or discovered by the teacher, they have an impact on the teachers' planning and teaching (Abell, 2007; Millar, Leach, Osborne & Ratcliffe). Rönnerman (1996) has shown how teachers' and pupils' knowledge develop in parallel.

An extensive research overview by Black and Wiliam (1998a) contains a clear message; that the increased use of formative assessments in school could lead to great improvements in student learning. Accordingly, Black (2000) claims that research projects are needed where researchers and teachers work together to transform research results into classroom practice.

The importance of continuous assessment of student learning for teachers' reflections over and planning of their teaching has been shown by other researchers (Vikström, 2005; Millar, et al., 2006).

Black, et al. (2003) carried out a research project with 24 teachers in order to develop formative assessment in their classrooms. It was developed in four different ways: the dialogue in the classroom, the feedback on the pupils' written tasks, peer review and the use of summative tests in a formative way. As a result, the classroom climate changed and the teachers learnt more about their students' reasoning and were able to give the students better feed-back and the students improved their learning.

### *Teachers' teaching and "the zone of proximal development"*

The concept of "the zone of proximal development" (Vygotsky, 1978) as a tool for improving teaching and learning has been used by Ash and Levitt (2003) in a case study of teachers. For them "working within the zone of proximal development" is, by repeated use of formative assessment, determine what differences there are between the teacher's and the student's understanding. This involves a continuous diagnosis of the distance between the pupils' existing and potential abilities in "the zone of proximal development", which is used in the subsequent teaching (Ash & Levitt (2003).

## Aims and design

### Aims and research questions

The aim of this thesis is to increase the knowledge of the relation between teaching and learning about life cycles. Accordingly, an investigation is made of pupils' learning as well as how they experience the living organisms, the teachers' learning/competence and the actual teaching.

The following research questions are addressed:

1. How do pupils reason and express themselves about aspects of biological life cycles and how is this affected by teaching?
2. What competence does an elementary teacher develop when teaching biological life cycles, who is given guidance in formative assessment?
3. How does the teaching change during the teaching period?

### Design of the study

To answer these questions, I carried out a case study with one teacher, called Stina, and her groups of students during two different periods at elementary school, grade five (11-12 years). The pupils were thus not the same during the two periods studied, in 2003 and 2006. In 2003, 49 students participating in the study, in 2006 there were 25 students. When the study began, the teacher had been working as a teacher for three years.

In 2003 and 2004, the teacher was engaged in a teacher training project, aiming at developing the teachers' teaching of natural sciences at elementary level. One important component was to stimulate the use of formative assessment.

The two teaching periods are illustrated in table 1.

Table 1. Overview of the two teaching periods in the study and some of the data collected.

<i>Year</i>	<i>Interview1 teacher</i>	<i>Pretest pupils</i>	<i>Teaching begins</i>	<i>Teaching ends</i>	<i>Interview2 teacher</i>	<i>Posttest pupils</i>	<i>Interview3 teacher</i>	<i>Delayed posttest pupils</i>
2003	w. 4	w. 11	w. 13	w. 23	w. 24	w. 24	w. 51	w. 51
2006	v. 4	v. 10	v. 10	v. 23	v. 24	v. 24	v. 51	v. 51

## Data collection

Table 1.2 shows the data used to respond to the research questions. In the following, this is explained in greater detail.

Table 1.2. Overview of the data material used to answer the research questions. All the research question cover both the teaching periods studied s.

<i>RESEARCH QUESTION</i>	<i>DATA</i>	<i>2003</i>	<i>2006</i>
<i>1. How do pupils reason and express themselves about aspects of biological life cycles and how is this affected by the teaching?</i>	Diagnostic tests (biological knowledge)  Diagnostic tests (experiences) Diaries Narratives Teacher's diary Lesson observations Researcher log	Pretest Posttest Delayed posttest -  - - 18 entries 7 occasions Continuous	Pretest Posttest Delayed posttest   24 21  14 entries 1 occasion Continuous
<i>2. What competence does an elementary teacher develop when teaching about biological life cycles, who is given guidance in formative assessment?</i>	Teacher interviews (Teacher's diary)	3 (Feb, June, Dec)	3 (Feb, June, Dec)
<i>3. How does the teaching change during the teaching period?</i>	Teacher's diary Lesson observations E-mail Researcher log	18 entries 7 occasions 8 e-mails Continuous	14 entries 1 occasion 30 e-mails Continuous

### *Research question 1*

To find out what the students learn and experience, diagnostic tests were used and, in the last teaching period, student note books and reports. These were also used by the teacher for her formative assessment.

The questions were constructed based on the key aspects described earlier, which were also related to the teaching. The tasks are grouped according to the following themes:

- living and not living
- the concept of fertilisation
- the reproduction among seed plants and the connection between flower and fruit
- the reproduction and life cycles of insects

Apart from these themes based on the key aspects, there are tasks and students' notes and reports concerning:

- experiences of plants and creepy crawlies, some of which are part of the teaching and which the students observe and care for

Some of the questions in the tests are not the same in the two teaching periods since some tasks were excluded in the second teaching period and some were added. A total of eight tasks are the same in the two teaching periods. The students in 2003 had twelve tasks to perform on each test occasion, whereas the students in 2006 had seventeen tasks. Both groups had five open questions to answer, the rest were multiple-choice questions.<sup>57</sup> The pretests were held just before the teaching started, the posttests immediately after the teaching and the delayed posttests six months after the teaching had finished.

### *Research question 2*

Interviews are mostly used to answer the research question about the teachers' competence. The interviews during both periods were held just before the teaching started, just after it had finished and then six months later. The interviews were semi-structured and were based on a couple of themes and questions, the order or formulation of which could be changed depending on the interviewee's answers (Kvale, 1997). Briefly, the purpose of the interviews was to get an idea of the teacher's subject-matter knowledge regarding biological life cycles, her ideas about teaching in general and this content in particular and also to get an idea of her use of formative assessment.

---

<sup>57</sup> See Appendix 2.

### *Research question 3*

The teacher's diary is mostly used for the description of the teaching together with my research log, which comprises my observations from the teaching and notes and reflections about other contacts with the teacher, such as e-mail correspondence.

The teacher's diary was part of the teacher training project mentioned earlier and should therefore satisfy certain requirements. It should be written after each, or a few, lessons and contain the aim of the teaching, content and planning, the students' reactions and comments as well as the teachers' reflections on the teaching and the formative assessment used.

## **Analysis of the data**

### *Research question 1*

The students' tasks were analyzed as follows.

The students' answers to open-ended questions were analyzed qualitatively and categories were created. The aim of the categories was to make an analysis possible at a more general level than for each individual student. Categories and other details in the analysis were not decided on in advance but formed through interaction with the actual replies. The categories emerge by means of a process of hypothesizing them and checking them against actual answers. My aim with the analysis has most often been to chart the students' ideas about the aspect in question, and try to understand the background of their answers, not to determine whether they are right or wrong, i.e. I have mainly used an ideographic way of categorizing, as described by Driver and Erickson (1983). The results of the subsequent categorization, however, are discussed in relation to established school science, and thus a nomotetic way of looking at the results is employed here (Driver & Ericsson, 1983).

The students' notebooks and reports have been analysed in order to investigate in what way the students express themselves when observing and caring for their organisms, i.e. their pea plants and maggots. The students had been encouraged by their teacher to describe their experiences. The analysis, which was inspired by Wickman (2006), is based on three aspects:



1. *Emotional and aesthetic expressions*, i.e. how something is felt or looks like, both positive and negative.
2. *Expressions of caring about* the organisms.
3. How the students express themselves about the *biological development*.

The analyses of the students' written tasks are mainly qualitative. In some cases statistics have been used to test whether a difference between the two groups of students or a difference between different test occasions within one group is statistically significant concerning a category of answers. It is thus not a question of claiming generalisability or not.

A *Chi<sup>2</sup>-test* has been used for this. A difference as described above is considered significant in the thesis if the probability is less than 5% that the differences are caused by random factors.

### *Research question 2*

The interviews were transcribed and read repeatedly. I also read my notes from the interviews, in order to better remember the context, which is recommended by Kvale (1997). In the light of the literature review presented earlier, the impressions from my initial work with the interviews and my previous experiences from the teacher training program described earlier, four aspects were identified. Here, I have used what Kvale (1997) calls "meningskategorisering" (memory categorisation). These aspects are the teacher's

- Scientific knowledge of biological life cycles
- Teaching strategies and ideas about teaching
- Interest in and knowledge of students' ideas
- Use of formative and summative assessments

Each interview was then processed in accordance with these aspects. The parts belonging to each aspect were marked and thereafter sorted chronologically for each aspect. I then summarized each aspect, exemplified with parts of the interview, and described the way I interpreted what was being said.

### *Research question 3*

In order to arrive at an understanding of the ways the teaching changes during the study, I have used the action research cycle as an analytical tool to analyse mainly the teacher's diary, but also to some extent my research log, including field notes and the e-mail communication between Stina and myself.

The action research cycle is described by, among others, McNiff (2002) and Rönnerman (2004). It can be seen as a basis for reflection, according to Rönnerman (2004), including the different steps of "planning – action – observing – reflection". Accordingly, in my analysis, this I looked at the teacher's planning of her teaching, the subsequent teaching, her assessment of whether the teaching led to what she had intended, her reflection on this and how this in turn affected her subsequent teaching.

### **Reliability and validity of the study**

The diagnostic test questions were tested and evaluated in a pilot study. Schedules for interviews and lesson observations were tested at the same time.

The reliability of the structures of the categories of the test questions were tested and evaluated with at least two other researchers. This was also done for the aspects that were used to analyse the interviews.

### **Ethical considerations**

The recommendations concerning ethics for research in this field (humanistic and social science research) have been followed. Every person in this study consented to participating, and gave his or her permission for the data to be used and the results published provided confidentiality is ensured. I have given feedback to the classes after each period of the study and the teacher has read a preliminary manuscript of the thesis. Possible negative consequences for the participants following the publication of the results compared with the positive effect of the outcome of the research have been considered.

## Results

### Pupils

The analysis of the data concerning the students' reasoning and how they express themselves shows that the students most often answer and describe differently after the teaching compared with before the teaching. This is more evident in the case of the group of students in 2006 than it is in the case of the group of students in 2003 as regards the questions that were used for both groups of students. The results from analysing the diagnostic tests, notebooks and reports are summarized as follows. Notebooks and reports concern only the 2006 group.

#### *Living and not living*

The concept of living is unclear to many of the students, also after teaching, according to the students' answers to a diagnostic question about this. The sun and a candlelight are often considered to be alive. Fewer students in the 2006 group mark the candlelight in the questionnaire as living than in the 2003 after teaching.

#### *The reproduction among seed plants and the connection between flower and fruit*

As regards the life cycle and reproduction of plants, half of the students do not seem to know before the teaching that trees can reproduce sexually, i.e. by means of seeds. After teaching, the number of students giving answers related to seed reproduction is larger in the 2006 group than in the 2003 group. However, for another question concerning the reproduction of trees, the 2006 group's answers relating to seed reproduction do not change as a result of teaching.

Before teaching, around half of the students in 2006 were aware that seeds, peapods and blueberries are formed by the flower. After teaching and also six months later, most of the students know this. For the 2003 group of students, there are no pretest results, but the posttest results are similar to those for the 2006 group.

The fact that many fruits are formed as a result of pollination by bees or other insects is unknown to many of the students before teaching. After 2003 teaching period, the students are able to a greater extent to describe the

process of pollination and fertilisation in an approximate way. After the 2006 teaching period, however, almost half of the students explain this in a detailed way. Six months later, the students have forgotten about this detailed knowledge although many of them can still talk about it in an approximate way. The pupils' answers to this question show that it is difficult to distinguish between words such as pollination, fertilisation, stamens, pistils and seeds. It is also clear that "sexual" details in the fertilisation are complicated. The children not only talk about interactions between male and female flowers and male and female parts of the flower, but also between male or female bees and flowers.

### *The concept of fertilisation*

As regards the concept of fertilisation, it is to some extent unclear to the students before teaching that the origin of a new human being or a fish comes both from the sperm and the egg. Quite a few students believe that the origin is either in the sperm or in the egg. After teaching, this has changed in both groups of students, and most of the students state, both directly after and six months later, that the origin comes from the sperm as well as the egg.

### *The reproduction and life cycles of insects*

Before teaching, the students are not aware of the fact that a fly develops from an egg into a fly by way of a complete metamorphosis, i.e. a larva stage and a pupa stage. After teaching, and six months later, almost everyone knows this. Before teaching, most students do not state that flies or butterflies mate, but this also changes directly after and six months later.

Most students believe both before and after teaching that a pupa is alive. Many of the students also know that a pupa develops from a larva, but more students know this after teaching. However, some responses both before and after teaching indicate that it is not clear that the larva stage and pupa stage is specific to each species, i.e. a mealworm larva and the subsequent pupa might develop into a butterfly, a fly or something else.

### *Experiences of plants and creepy crawlies*

The students write in a very positive way about caring for their pea plant, what it looks like or how touching it feels. They also express themselves very emotionally about the maggot larvae that developed into flies. It is evident that the students care about their pea plants and maggot larvae.

In their answers to a test question about this, more students after teaching than before state that they like looking at creepy crawlies<sup>58</sup>.

The maggot larvae are considered to be more exciting six months after the teaching than before and there are fewer students on this occasion who consider them to be uninteresting than before teaching. When asked about their opinions about "living creepy crawlies" in a dish containing living maggot larvae, more pupils after than before teaching say something positive about them.

There is, however, no significant difference before and after teaching concerning the students' opinion about flies.

The students are more interested in pea plants after than before teaching and the plants are also considered nicer after teaching. Nothing is changed, however, concerning the students' perceptions of blueberry flowers or buds on trees.

The students' answers show that their interest in being outdoors, looking look at leaves and flowers during the spring, has not changed during the period.

## **Teacher**

The analysis of the interviews concerning the teacher's competence revealed the following as regards the aspects described previously.

### *Scientific knowledge about biological life cycles*

At the beginning of the study, the teacher, Stina, is unsure about some aspects of biological life cycles, especially the reproduction of plants. Gradually, her knowledge increases and her reasoning about concepts concerning life cycles is deepened during the last period of the study. Her insights about and interest in different reproduction strategies increase and at the end of the study she discerns patterns about how reproduction takes place among both plants and animals. In particular, her knowledge about plant reproduction has developed and she has gained insights into general principles and is becoming aware of the abundance of different reproduction strategies. Initially, Stina expresses a lack of interest in the subject area but during the study her interest grows. She

---

<sup>58</sup> "Creepy crawlies" is used in the thesis as a generic term for insects, spiders and crustaceans (such as woodlice)

## *Summary*

expresses a wish to share with her students the new insights she herself has reached and is also inspired by the fact that the teaching is making her students feel involved. Among other things, she has noticed that the students' investigations and observations have stimulated their writing. From having been unsure of how to use living plants and animals both indoors and outdoors at the beginning of the study, she becomes increasingly confident in doing this and by the end of the study she is taking her own initiatives concerning observations of life cycles both outdoors and indoors.

### *Teaching strategies and ideas about teaching*

At the beginning of the study, Stina believes that the students' learning is best promoted by investigating and discovering on their own. She introduces the area of investigation, asks questions and creates a permissive atmosphere in the classroom. Her approach is that if she can make the students curious, their interest will increase and, as a result, their learning will improve. As time passes, she discovers that the students do not observe and discover what is intended and she concludes that she needs to intervene to a higher degree. At the end of the last period of teaching, she thus starts to introduce and explain concepts more systematically. "Otherwise they will just have the experience, but they don't see the connections. They don't get the whole picture if they don't have the concepts!" she says at the end of the study.

Stina also gradually understands the difficulties the students have transferring their knowledge about aspects of life cycles from one organism to another and from one context to another. With this insight, she eventually tries in different ways to change her teaching in order help the students acquire more general knowledge. She extends her teaching to include more different examples and applications and the use of concepts in different contexts.

During the period of the study, Stina also gains an increasing insight into the importance of allowing the student to discuss their opinions in a more organized and structured way in order to get them to think more independently and explain and argue. My interpretation is that she is gaining a growing insight that the students build their knowledge in relation to their environment.

### *Interest in and knowledge of students' ideas*

Already at the beginning of the study, Stina expresses an interest in and knowledge of students' ideas and thoughts and her interest increases during

the course of the study. In the last term, there are plenty of examples of how Stina continuously, and in different ways, tries to find out what the students think, know and understand. On her own initiative, she checks the students answers in the pretest, thoroughly scrutinizes the students notebooks and organises a significant number of discussions in order to get them to express their ideas about different aspects of the concept of life cycles.

The teacher's questions to the students also become more challenging, more detailed and more specific. My analysis shows that Stina also reflects more consciously about the students' ways of understanding than previously. In the last interview, at the end of December 2006, Stina demonstrates a genuine interest in the students' answers to the test questions and expresses many thoughts and creative ideas about these answers.

### *Use of formative and summative assessment*

At the beginning of the study, Stina shows an awareness in the first interview of the fact that students do not always learn what is taught. During the first period of the study she starts to regularly read the students' notebooks and to write individual comments in each book. She also reflects on the students' writing as well as showing a growing interest in the results from the pretest and believes they are valuable both for students' motivation and for her planning.

This interest in assessment develops when the second period of the study starts in spring 2006. She demonstrates increased interest in the pretest, posttest and delayed test and she now plans her teaching in the light of her former experiences and test results. When the pretest is carried out she immediately looks through the answers and reflects on them in her diary. Her further planning is influenced by the students' answers. She continues to write comments in the students' notebooks, asks the students to elaborate on their writing and reflects on this in her diary.

### **The teaching**

The results from the analysis of the teaching during the study are summarised as follows.

On the basis of what Stina is learning about the students' learning, she gradually changes her teaching in order to make it possible for the students to learn what is intended. She uses many different ways to try to grasp the

## *Summary*

students' learning. She goes through their diagnostic tests, reads their notebooks, observes the student while they are working with their pea plants and maggots, is attentive to the students' replies and listens to what the pupils say when they are discussing tasks in groups or in the whole class.

Stina reflects on everything she learns by means of her continuous assessment and plans her ongoing teaching on the basis of this and on the basis of her own diary notes from previous teaching.

She varies form and content. By the end of the study, her teaching contains more examples, more explicit instructions for the students' observations and other tasks, introductions of central concepts and the assignment of student tasks in order to help them apply the knowledge they have acquired about one organism in a certain context to another similar organism in a different context. Stina constructs tasks and plans exercises with the purpose of making the students actively connect what they learn and observe in the classroom to the outdoor environment. She invents new exciting activities such as letting the students carefully open the pupae that never hatched into flies to find out what was inside.

Stina lets the student work both individually and in groups. She makes them write and describe and, during the last period of teaching, Stina frequently talks to the class about the phenomena the students are observing, wanting them to express themselves and thus put their thoughts into words. Stina is increasingly attentive to the students' ideas.

My analysis indicates quite clearly that through both the formal and informal assessment, the students' understanding is elucidated and that Stina is gradually realizing that it cannot be taken for granted that the students learn what she teaches. My analysis also shows that Stina uses the summative assessment in a formative way. Apart from Stinas ongoing challenge to try and help the students learn more about the concepts related to life cycles, she also attaches great importance to finding out about and responding to the students attitudes and reactions.

## Conclusions and discussion

The results from the thesis suggest a number of implications concerning teaching and learning aspects of life cycles specifically, but also concerning



teaching and learning in general. Here, I summarize some of the findings in relation to previous studies. I also justify my standpoint that the content of the teaching in this study could play a role in education for sustainable development.

### **Learning about biological life cycles**

Many of the results from this study concerning pupils' learning about aspects of life cycles are in line with the findings from earlier studies, but they have been concretized, especially concerning sexual reproduction of plants.

Driver et al. (1994b) have found that many children do not believe that plants can reproduce sexually. In this study, this has been evident, especially concerning trees, which, the pupils often believe, only reproduce in a vegetative way. The fact that the trees have flowers and seeds seems to be both new to many children and difficult for them to understand and learn. Even if they understand that the acorn, a maple seed or a rowanberry belongs to the oak, maple and the rowan respectively, this does not seem to imply that the students in general connect this to the reproduction of the trees. It is also clear that for the children in this study, it seems to be new that many fruits are formed as a result of pollination by insects, i.e. that insects are of crucial importance for the formation of fruit and seeds. As found earlier (e.g. Helldén, 1992, 2000; Jewell, 2002), before the teaching about life cycles, the children in the study do not know that the fruit is formed by the flower, but after teaching most students know this, and the last group of students in particular make connections between the different plants they have been studying and discussing. This indicates that they might have gained, or are beginning to gain, a general insight about this.

Tamir et al. (1981) and Shepardson (1997, 2002) have shown that the complete metamorphosis of insects is a complicated process. The results from this study indicate that having carried out close studies of the metamorphosis of the fly from the larva stage to the pupa stage and having seen the fly emerge from the pupa does not mean that all students know that the larvae, the pupa and the fly are the same individual or species. Some students seem to believe that the mealworm larva and the subsequent pupa might develop into a butterfly, a fly or something else.

## **Emotions and aesthetics**

There are numerous examples showing that emotional and aesthetic expressions and experiences are part of this teaching and learning. The organisms that the students are caring for are described as "disgusting", "sweet", "ugly", "slimy", "a bit interesting" or "nice" and "cute" and caring for them is "exciting", "interesting" and "really cool".

Jakobson (2008), who asserts that aesthetic experiences are an integrated part of science teaching, has been studying aesthetic experiences during science learning in elementary school. Her conclusions are that aesthetics and emotions, positive as well as negative, are important both for what the children learn and how they learn.

I can only guess the extent to which, in my study, the students' experiences and caring for their plants and creepy crawlies has an impact on their understanding of biological life cycles and related concepts, but it is clear from their answers to test questions, that the students often base their explanations on their experiences from the observations of their organisms. The fact that the students are affected emotionally by living organisms is in line with the findings by Tomkins and Tunnicliffe (2001, 2007), who report that pupils' are attracted by living organisms and that observing them can lead to considerable learning and reflection. A research overview of outdoor learning claims that in field studies, affective and the cognitive learning might reinforce each other and lead to extended learning (Rickinson, Dillon, Teamy, Morris, Choi, Sanders & Benefield, 2004).

The teaching of life cycles thus integrates the cognitive and affective domains in the curriculum, which Munby och Roberts (1998) and others claim is necessary to achieve if science is not to be considered authoritarian and without human values.

## **Formative assessment as a tool for teacher development**

My hypothesis resulting from my analysis of the teacher's competence to teach life cycles and her teaching are that Stina's increased use of formative assessment and her use of the summative assessment in a formative way is one cause of the development Stina has undergone as regards the four aspects in my analysis. Extensive research also shows that formative assessment carried out systematically and continuously not only helps students learn more

and gain better self-confidence, but also that the teacher's competence to teach increases (Black, et. al., 2003; Millar, et. al., 2006).

My conclusion is that the "driving force" in Stina's professional development is her increased insights into, interest in and realization of formative assessment. This has, of course, been stimulated by my tutoring her and having responded to her questions. Our discussions have consisted of subject matter issues, discussions about research on children's pre-instructional ideas and the information from the assessment of the teaching. Stina's reflections in her diary have probably also had an impact on her development. She continuously reflects on what she has learnt through her formative assessment of the students' understanding and reactions concerning the domain-specific content "Lifecycles of plants and animals".

### *Teacher competence, teaching and learning*

Abell (2008) asserts that research has as yet neither been able to answer the question of the relation of PCK to teacher practice, nor the question of the relation of PCK to student learning. To learn how teachers' knowledge affects the students, more and many different classroom studies with a complex research design are needed, she claims. Also Hewson (2007) maintains that in spite of the complexity it involves, investigations of teacher's professional development should be connected to the students' learning.

My study can be described as an attempt to describe the relation between a teacher's "subject-didactic" competence, the teacher's teaching and what students learn and experience in the teaching of biological life cycles. By combining the results from my three research questions, I have to some extent been able to answer Abell's (2008) two questions above, i.e. how Stina's "subject-didactic" competence is related to her teaching and how her competence is related to student learning.

### **Formative assessment and ZPD**

Through her formative assessment, Stina gains insights into her students' understanding of aspects of biological life cycles and she tries in different ways to respond to the students' learning. As she learns to understand the students, her own knowledge is developed. This could be described as an active attempt to identify the students' "zone of proximal development" in order to attend to and help every individual in his or her learning. Vikström (2005) describes

the teacher's attempt to find out the students understanding in this way. Similarly, Ash and Levitt (2003) have shown how both teachers' professional development and the students' learning increase as teachers with the "zone of proximal development" strategically and consciously carry out formative assessment.

## **Learning demand**

By defining students' "learning demand", which is described as the difference between students' everyday and scientific ways of knowing, the teacher is, according to Leach and Scott (2008), better able than otherwise to plan and carry out teaching resulting in meaningful learning for the students:

The concept of learning demand itself follows from the social constructivist perspective on learning in setting up the comparison between everyday and school social languages. Actually identifying learning demands involves drawing on research evidence about students' domain specific reasoning about natural phenomena. (Leach & Scott, 2008)

"Learning demand" can be identified for a group of students, while the "zone of proximal development" concerns individuals. With increased knowledge of the "learning demand" for different scientific subject areas, it should be possible for the teacher to a higher degree work within "the zone of proximal development" for individual students or small group of students.

## **Some implications for teacher education**

The empirical and theoretical sections of this thesis present good arguments for developing teaching about formative assessment in teacher education. This would consist of offering the teacher students tried and tested ways of carrying out formative assessments in different subject areas. They should also get the opportunity to try to apply this, under guidance, during their practical teacher training and to change their teaching according to the results of their assessment. This should make it easier for them, as new teachers, to teach in a way that enables every student to develop optimally.

## **Education for sustainable development?**

This thesis has shown that a basic understanding and knowledge of the continuity of life and its preconditions only partly exists in these students' ideas about their world. It also shows that part of this understanding

comprises complex phenomena, which the pupils are able to learn to describe, but the details of which are easily forgotten. These are pieces of knowledge, which, in combination with respect for and wonder of our natural environment, are an important prerequisite, I believe, for their ability to, as they grow up, to understand the environmental issues in sustainable development.

The multitude of expressions of affective and aesthetic experiences the students in this study give examples of, show that observing and caring of living organisms could be a way to attain the overall aim for biology in the Swedish curriculum – to ”consolidate the fascination and joy of discovery and Man's wonder at and curiosity about all that is living.” The students’ expressions of care for their organisms during lessons and in their diaries show that this teaching also might contribute to reaching the aim of ”making knowledge and experiences usable to promote concern and respect for nature and one's fellow men” (Skolverket, 2007).

Bonnet (1999) claims that the relation to nature is crucial for environmental awareness and Littledyke (2008) asserts that the experiences of living organisms might engender a sense of care and responsibility, which he claims is an essential ingredient of environmental awareness.

Apart from having a possible effect on cognitive learning, the students’ experiences and their caring for living organisms might thus promote a caring attitude towards the natural environment, which means that learning about life cycles could make a contribution to the knowledge building process in the decade for education for sustainable development, 2005-2015, proclaimed by UN (UNESCO, 2008).

## REFERENSER

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Abell, S.K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Aguirre, J. M., Haggerty, S. M., & Linder, C. J. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice science education. *International Journal of Science Education*, 12(4), 381-390.
- Aikenhead, G. (1998). Border crossing: Culture, school science, and assimilation of Students. I D. A. Roberts, & L. Östman (Red.), *Problems of meaning in science curriculum* (s. 86-100). New York: Teachers College Press.
- Alexandersson, M. (1994). *Metod och medvetande*. Göteborg studies in educational sciences, 96. Acta universitatis Gothoburgensis.
- Anderson, C. W. (2007). Perspectives on science learning. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 3-30). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Anderson, J. R., Greeno, J. G., Reder, L. M., & Simon, H. A. (2000). Perspectives on learning, thinking, and activity. *Educational Researcher*, 29(4), 11-13.
- Andersson, B. (1989). *Grundskolans naturvetenskap: Forskningsresultat och nya idéer*. Stockholm: Utbildningsförlaget.
- Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap: Forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm: Statens skolverk.
- Andersson, B. (2005). *Design och validering av undervisningssekvenser: En ämnesdidaktisk forskningsstrategi, med exempel från naturvetenskap*. (IPD-rapport Nr 2005:11, NAspektrum, Nr 27). Göteborg: Institutionen för pedagogik och didaktik, Göteborgs universitet.

- Andersson, B., & Bach, F. (2005). On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example. *Science Education*, 89(2), 196-218.
- Andersson, B., Kärrqvist, C., Löfstedt, A., Oscarsson, V., & Wallin, A. (1999a). *Nationell utvärdering 98. Tema tillståndet i världen*. (IPD-rapport nr 14, Na-spektrum nr 21). Mölndal: Göteborgs Universitet, Inst. för pedagogik och didaktik.
- Andersson, B., Kärrqvist, C., Löfstedt, A., Oscarsson, V., & Wallin, A. (1999b). *Nationell utvärdering 98: Opublicerat bakgrundsmaterial till rapporten Tema tillståndet i världen*. (IPD-rapport nr 14, Na-spektrum nr 21). Göteborg: Göteborgs Universitet, Inst. för pedagogik och didaktik.
- Andersson, B., & Nyberg, E. (2006). *Att undervisa om livscyklar i årskurs 1-5: Kunskapsbas och undervisningsförslag*. (Ämnesdidaktik i praktiken, nr 7). Göteborg: Göteborgs universitet, Inst. för pedagogik och didaktik.
- Andersson, B., & Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse effect, social consequences of reducing CO<sub>2</sub> emissions and why ozone layer depletion is a problem. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1096-1111.
- Andersson, B., & Wallin, A. (2006). On developing content-orientated theories taking biological evolution as an example. *International Journal of Science Education*, 28(6), 673-695.
- Appleton, K. (2007). Elementary science teaching. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 493-533). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Ash, D. & Levitt, K. (2003). Working within the zone of proximal development: Formative assessment as professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), 23-48.
- Bach, F. (2001). *Om ljuset i tillvaron: Ett undervisningsexperiment inom optik*. Göteborg studies in educational sciences, 162. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Baird, J. H., Lazarowitz, R., & Allman, V. (1984). Science choices and preferences of middle and secondary school students in Utah. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 47-54.
- Bell, B. (1981). What is a plant: Some children's ideas. *New Zealand Science Teacher*, 31(a), 10-14.

- Bell, B., & Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in Science Education. *Science Education*, 85, 536-553.
- Berry, A., Loughran, J., van Driel, J. H. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1271-1279.
- Biological Sciences Curriculum Study (BSCS). (1992). *Biological science: An ecological approach* (seventh edition, green version, teacher's edition). Dubuque, Iowa: Kandall/Hunt publishing company.
- Björk, M. (1988). *Människans fortplantning*. (Rapport elevperspektiv nr 17). Göteborg: Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet.
- Black, P. (2000). Policy, practice and research: The case of testing and assessment. I. R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Red.), *Improving science education* (s. 327-346). Buckingham: Open University Press.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. Buckingham: Open Univ. Press.
- Black, P., & Lucas, A. M. (1993). *Children's informal ideas in science*. London: Routledge.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998a) Assessment and classroom learning. *Assessment in education*, 5(1), 7-74.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998b). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139-148.
- Bonnet (1999). Education for sustainable development: a coherent philosophy for environmental education? *Cambridge Journal of Education*, 29(3), 313-324.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. (Red.) (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Bruner, J. (1985). Vygotsky: a historical and conceptual perspective. I J.V. Wertsch (Red.), *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives* (21-34). Cambridge: Cambridge University Press.



- Carlsen, W. S. (2007). Language and science learning. I K. S. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science Education* (s. 57-74). London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Carter, K., & Doyle, W. (1987). Teachers' knowledge structures and comprehension processes. I J. Calderhead (Red.), *Exploring teachers' thinking* (Vol. 1, 147-160). London: Cassell.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: MIT Press.
- Cobb, P., Confrey, J., di Sessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2005). *Research methods in education*. (5th ed.). London: Routledge.
- Dewey, J. (1902/1983). The child and the curriculum. I J. A. Boydston (Red.), *John Dewey, The Middle Works, 1899-1924, Volume 2*. Carbondale, Ill.: Southern Illinois University Press.
- Dewey, J. (1916/1999). *Democracy and education: an introduction to the philosophy of education*. New York: Free Press
- Dewey, J. (1925/1958). *Experience and nature*. New York: Dover Publ. Inc.
- diSessa, A. A. (2006). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. I K. R. Sawyer (Red.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (s. 265-281). Cambridge: Cambridge University Press.
- Djurfelt, G., Larsoon, R., & Stjärnhagen, O. (2008). *Statistisk verktygslåda: Samhällsvetenskaplig orsaksanalys med kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., & Easley, J. A. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., & Erickson, G. L. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.

- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994a). *Making sense of secondary school science: Research into children's ideas* London: Routledge.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994b). *Making sense of secondary school science. Support materials for teachers*. London: Routledge.
- Duit, R. (2007). Database: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. Kiel: IPN. Hämtat 2007-07-22, från <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>
- Dysthe, O. (1996). *Det flerstämmiga klassrummet: Att skriva och samtala för att lära*. Lund: Studentlitteratur.
- Ekborg, M. (2002). *Naturvetenskaplig utbildning för hållbar utveckling: En longitudinell studie av hur studenter på grundskolläroprogrammet utvecklar för miljöundervisning relevanta kunskaper i naturkunskap*. Göteborg studies in educational sciences, 188. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Elbaz, F. (1981). The teacher's "practical knowledge": Report of a case study. *Curriculum Inquiry* 11(1), 43-71.
- Emanuelsson, J. (2001). *En fråga om frågor: Hur lärarens frågor i klassrummet gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap*. Göteborg studies in educational sciences, 168. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Friberg, O., & Norgren, H. (1946). *Folkskolans naturlära. Del 1*. Stockholm: Norstedt.
- Furth, H. G. (1969). *Piaget and knowledge: Theoretical foundations*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Gallas, K. (1995). *Talking their way into science: Hearing children's questions and theories, responding with curricula*. New York: Teachers College Press.
- af Geijerstam, Å. (2006). *Att skriva i naturorienterande ämnen i skolan*. Diss. Uppsala : Uppsala universitet, 2006.

- Greeno, J. G. (2006). Learning in activity. I K. R. Sawyer (Red.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (s. 79-96). Cambridge: Cambridge University Press.
- Helldén, G. (1992). *Grundskoleelevers förståelse av ekologiska processer*. (Studia psychologica et pedagogica. Series Altera C.) Stockholm: Almqvist & Wiksell International.
- Helldén, G. (2000) A longitudinal study of pupils' conceptualisation of the role of the flower in plant reproduction. In B. Andersson, U. Harms, G. Helldén, & M-L. Sjöbeck (Red.), *Research in didaktik of biology: Proceedings of the second conference of European researchers in didaktik of biology (ERIDOB), University of Göteborg, November 18-22, 1998* (s. 47-59). Göteborg: Institutionen för pedagogik och didaktik, Göteborgs universitet.
- Helldén, G., Lindahl, B., & Redfors, A. (2005). *Lärande och undervisning i naturvetenskap - en forskningsöversikt*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Hewson, P. W. (2007). Teacher professional development in science. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 1179-1203). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Hickling, A. K., & Gelman, S. A. (1995). How does your garden grow? Early conceptualization of seeds and their place in plant growth cycle. *Child Development*, 66, 856-876.
- Hills, G. L. C. (1989). Students' "untutored" beliefs about natural phenomena: primitive science or commonsense? *Science Education* 73(2), 155-186.
- Holmqvist, M., Gustavsson, L., & Wernberg, A. (2007). Generative learning: learning beyond the learning situation. *Educational Action Research*, 15(2), 181-208.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (1997). *Science achievement in the primary school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Boston, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- Jakobson, B. (2008). *Learning Science Through Aesthetic Experience in Elementary School. Aesthetic Judgement, Metaphor and Art*. Doctoral thesis in science education at Stockholm University. Stockholm: Department of Education in Mathematics and Science.

- Jewell, N. (2002). Examining Children's Models of Seed. *Journal of Biological Education*, 36(3), 116-122.
- Johansson, B., & Emanuelsson, J. (1997). *Utvärdering i naturkunskap och matematik: lärare i grundskolan berättar: Slutrapport från UNO-LÄR-projektet*. Stockholm: Statens skolverk.
- Jones, M. G., Carter, G., & Rua, M. J. (1999). Children's concepts: Tools for transforming science teachers' knowledge. *Science Education*, 83, 545-557.
- Karplus, R. (1965). *Theoretical background of the Science Curriculum Improvement Study*. Berkeley: Lawrence Hall of Science, University of California.
- Kinchin, I. M. (1999). Investigating secondary-school girls' preferences for animals or plants: a simple 'head-to-head' comparison using two unfamiliar organisms. *Journal of Biological Education*, 33(2), 95-99.
- Koballa, T. R. Jr., & Glynn, S. M. (2007) Attitudinal and motivational constructs in science learning. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Kruckeberg, R. (2006). A Deweyan perspective on science education: constructivism, experience, and why we learn science. *Science & Education*, 15, 1-30.
- Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Leach, J. (1995). *Progression in understanding of some ecological concepts in children aged 5 to 16*. Opublicerad avhandling. University of Leeds, School of Education.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1992). *Progression in understanding of ecological concepts by pupils aged 5 to 16*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds. Leeds: University of Leeds.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18(2), 129-141.
- Leach, J., & Scott, P. (1995). The demands of learning science concepts: issues of theory and practice. *School Science Review*, 76(277), 47-52.

- Leach, J., & Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education* 38, 115-142.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & Education*, 12(1), 91-113.
- Leach, J., & Scott, P. (2008). Teaching for conceptual understanding: an approach drawing on individual and sociocultural perspectives. I S. Vosniadou (Red.), *International handbook of research on conceptual change* (s. 647-675). New York: Routledge.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood, N.J.: Ablex.
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance. Do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 177-195.
- Lijnse, P. (1995) "Developmental research" as a way to an empirically based "Didactical Structure" of science. *Science Education*, 79(2), 189-199.
- Lijnse, P. (2000). Didactics of science: The forgotten dimensions in science education research? I R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Red.), *Improving science education* (s. 308-326). Buckingham: Open University Press.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik?: en longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg studies in educational sciences, 196. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Littledyke, M. (2008). Science education for environmental awareness: approaches to integrating cognitive and affective domains. *Environmental Education Research*, 14, 1-17.
- Magntorn, O. (2007). *Reading nature: developing ecological literacy through teaching*. Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, Diss. Linköping: Linköpings universitet, Norrköping.
- Magntorn, O., & Helldén, G. (2006). Reading Nature - experienced teachers' reflections on a teaching sequence in ecology: implications for further teacher training. *NorDiNa* 5, 67-81.

- Malone, K. (2008). *Every Experience Matters: An evidence based research report on the role of learning outside the classroom for children's whole development from birth to eighteen years*. Report commissioned by Farming and Countryside Education for UK Department, Children, School and Families, Wollongong, Australia.
- Marton, F. (2006). Sameness and difference in transfer. *The Journal of the Learning Sciences* 15(4), 499-535.
- McNiff, J. (2002). *Action Research: Principles and practice*. London: Routledge.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. Rev. and expanded ed. San Francisco: Jossey-Bass.
- Millar, R., Lech, J., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2006). *Improving subject teaching: Lessons from research in science education*. London: Routledge.
- Munby, H., & Roberts, D. A. (1998). Intellectual independence: A potential link between science teaching and responsible citizenship. I D. A. Roberts, & L. Östman (Red.), *Problems of meaning in science curriculum* (s. 101-114). New York: Teachers College Press.
- Nundy, S. (1999). The fieldwork effect: The role and impact of fieldwork in the upper primary school. *International Research in Geographical and Environmental education*, 8(2), 190-198.
- Nyberg, E. (2004a). Handledning av naturvetenskaplig undervisning i skolor 1-5. I K. Rönnerman (Red.), *Aktionsforskning i praktiken: erfarenheter och reflektioner* (s. 73-92) . Lund: Studentlitteratur.

- Nyberg, E. (2004b). Life cycles – for caring and learning about organisms and their environment - a starting point towards an understanding of environmental issues. I P. Wickenberg, H. Axelsson, L. Fritzen, G. Helldén, & J. Öhman (Red.), *Learning to change our world?: Swedish research on education & sustainable development* (s. 313-328). Lund: Studentlitteratur.
- Nyberg, E., Andersson, B., & Leach, J. (2005). Elementary school students' understanding of life cycles. I M. Ergazaki, J. Lewis, & V. Zogza (Red.), *Trends in biology education research in the new biology era. Proceedings of the Vth Conference of European Researchers in Didactic of Biology (ERIDOB)* (pp. 27-41), Patras, Greece: Patras University Press.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections: a report to the Nuffield Foundation*. London: The Nuffield Foundation.
- Pang, M.F., & Marton, F. (2003). Beyond “lesson study”: Comparing two ways of facilitating the grasp of some economic concepts. *Instructional Science*, 31, 175-194.
- Piaget, J. (1947). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1962) *Comments on Vygotsky's critical remarks concerning The Language and Thought of the Child, and Judgment and Reasoning in the Child*. Vygotsky Internet Archive/Jean Piaget. Hämtat 2007-08-25 från: [www.marxists.org/archive/vygotsky/works/comment/piaget.htm](http://www.marxists.org/archive/vygotsky/works/comment/piaget.htm).
- Preacher, K. J. (2001). Calculation for the chi-square test: An interactive calculation tool for chi-square tests of goodness of fit and independence [Computer software]. Hämtat 2008-12-02 från <http://people.ku.edu/~preacher/chisq/chisq.htm>
- Reiss, J.M., Millar, R, & Osborne, J. (1999). Beyond 2000: Science/biology education for the future. *Journal of Biological Education*, 33(2), 68-70.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamy, K., Morris, K., Choi, M.Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). *A review of research on outdoor learning*. Shrewsbury, UK: National Foundation for Educational Research and King's College London.
- Rivard, L.P., & Straw, S. B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science Education*, 84, 566-593.

- Roberts, D. A. (1998). Analyzing school science courses: The concept of companion meaning. I D. A. Roberts, & L. Östman (Red.), *Problems of meaning in science curriculum* (s. 5-12). New York: Teachers College Press.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Rowe, M. B. (1974). Wait-time and rewards as instructional variables, their influence on language, logic, and fate control: Part one – wait-time. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(2) 81-94.
- Runesson, U. (1999) *Variationens pedagogik: skilda sätt att behandla ett matematiskt innehåll*. Göteborg studies in educational sciences, 129. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Rönnerman, K. (1996). *Möjligheter för reflekterat lärande: ett projekt i samarbete mellan forskare och lärare*. Umeå: Umeå universitet, Pedagogiska institutionen.
- Rönnerman, K. (Red.). (2004). *Aktionsforskning i praktiken: erfarenheter och reflektioner*. Lund: Studentlitteratur.
- Sandell, K., Öhman, J., Östman, L. (2005). *Education for sustainable development: nature, school and democracy*. Lund: Studentlitteratur
- Sanders, D. L. (2004). *Botanic gardens: "Walled, stranded arks" or environ-ments for learning?* Opublicerad doktorsavhandling, Sussex University, England.
- Sanders, D. L. (2007). Making public the private life of plants: the contribution of informal learning environments. *International Journal of Science Education*, 29(10), 1209-1228.
- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Student conceptions and conceptual learning in Science. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 31-56). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Shepard, L. A. (2000). The role of Assessment in a Learning Culture. *Educational Research*, 29(7), 4-14
- Shepardson, D. P. (1997). Of butterflies and beetles: First graders' ways of seeing and talking about insect life cycles. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 873-889.



- Shepardson, D. P. (2002). Bugs, butterflies and spiders: children's understandings about insects. *International Journal of Science Education*, 24(6), 727-643.
- Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2001). The role of children's journals in elementary school science activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38,(1), 43-69.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Sjöberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning: en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur
- Skolverket. (2004). *Nationella utvärdering av grundskolan 2003. Rapport 250*. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket. (2006). *Med fokus på matematik och naturvetenskap. En analys av skillnader och likheter mellan internationella jämförande studier och nationella kursplaner*. Skolverkets aktuella analyser 2006. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket. (2007). *Kursplaner 2000*. Hämtat 31 december från <http://www.skolverket.se>.
- SOU 2004:104. *Att lära för hållbar utveckling*. Betänkande av Kommittén för utbildning för hållbar utveckling. Stockholm: Fritzes.
- Stiegler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free Press.
- Sund, P. (2008). *Att urskilja selektiva traditioner i miljöundervisningens socialisationsinnehåll: implikationer för undervisning för hållbar utveckling*. Diss. Västerås: Mälardalens högskola.
- Svennbeck, M. (2003). *Omsorg om naturen: om NO-utbildningens selektiva traditioner med fokus på miljöfostran och genus*. Diss. Uppsala : Uppsala Universitet.
- Säljö, R. (1998). Learning inside and outside schools: Discursive practices and sociocultural dynamics. I D. A. Roberts, & L. Östman (Red.), *Problems of meaning in science curriculum* (s. 39-53). New York: Teachers College Press.

- Tamir, P., Gal-Choppin, R., & Nussinovitz, R. (1981). How do intermediate and junior high school students conceptualize living and nonliving? *Journal of Research in Science Teaching*, 18, 241-248.
- Tomkins, S., & Tunnicliffe, S.D. (2001). Looking for ideas: observations, interpretation and hypothesis-making by twelve-year-old pupils undertaking science investigations. *International Journal of Science Education*, 23(8), 791-813.
- Tomkins, S., & Tunnicliffe, S.D. (2007). Nature tables: stimulating children's interest in natural objects. *Journal of Biological Education*, 4, 150-155.
- Treagust, D. F. (2007). General instructional methods and strategies. I S. K. Abell, & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 373-391). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Tunnicliffe, S. D., & Reiss, M. J. (2000). Building a model of the environment: how do children see plants? *Journal of Biological Education* 34(4), 172-177.
- Tytler, R., Peterson, S., & Radford, T. (2004). Living things and environments. I K. Skamp (Red.), *Teaching primary science constructively* (s. 247-294). Melbourne: Thomson Learning.
- UNESCO (2008). United Nations Decade of Education for Sustainable development. Web: [http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL\\_ID=27234&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL_ID=27234&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html). Nedladdat 2008-11-15.
- van Zee, E. H., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D., & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversations about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 159-190.
- Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. pdf-fil hämtad 2008-04-14 från <http://www.vr.se/huvudmeny/etikforforskare/reglerochriktlinjer.4.2d2dde24108bef1d4a8800063.html>
- Viennot, L., & Ranson, S. (1999). Design and evaluation of a research-based teaching sequence: the superposition of electric field. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 1-16.


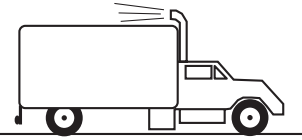
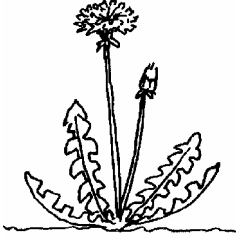




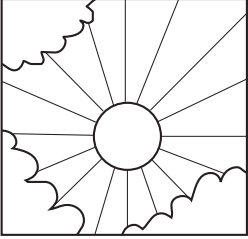
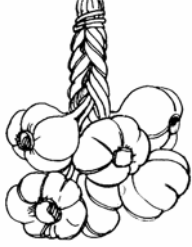


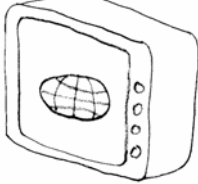
- Vikström, A. (2005). *Ett frö för lärande: en variationsteoretisk studie av undervisning och lärande i grundskolans biologi*. Diss. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. Cambridge, Mass.: MIT Press
- Wallin, A. (2004). *Evolutionsteorin i klassrummet: på väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution*. Göteborg studies in educational sciences, 212. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (2001). Toward a Theory of Plant Blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2-9.
- Warren, B., Ballenger, C., Ogonowski, M., Rosebery, A.S., & Hudicourt-Barnes, J. (2001). Rethinking diversity in learning science: The logic of everyday sense-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 529-552.
- Wertsch, J.V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- West, E. (2004). *Var är vi? Lokal utvärdering av naturvetenskaplig undervisning i skolor fem*. Opublicerad uppsats. Institutionen för pedagogik och didaktik, Göteborgs Universitet.
- Wickman, P-O. (2006). *Aesthetic experience in science education. Learning and meaning-making as situated talk and action*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wood-Robinson, C. (1991). Young people's ideas about plants. *Studies in Science Education*, 19, 119-135.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research*. Third Edition. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Zetterqvist, A. (2003). *Ämnesdidaktisk kompetens i evolutionsbiologi: En intervjuundersökning med no/biologilärare*. Göteborg studies in educational sciences, 197. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Öhman, J. (2006). *Den etiska tendensen i utbildning för hållbar utveckling: Meningsskapande i ett genomlevandeperspektiv*. Diss. Örebro: Örebro universitet.

- Östman, L. (1995). *Socialisation och mening: No-utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem*. Diss. Uppsala: Uppsala universitet.
- 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: Teachers College Press.

# BILAGA 1

## 1. VAD ÄR LEVANDE?

Kryssa över de bilder som inte visar något levande.

<p>Fluga</p> 	<p>Lastbil som kör</p> 	<p>Maskros</p> 
<p>Kålrot</p> 	<p>Ljuslåga</p> 	<p>Tall</p> 
<p>Flugsvamp</p> 	<p>Solen</p> 	<p>Vitlök</p> 
<p>Frö</p> 	<p>Snigel</p> 	<p>TV som är på</p> 

## 2. DEN GAMLA EKEN



I en skog finns en enda ek. Sent på hösten faller en kraftig storm den gamla eken.

Finns det en chans att det växer upp en ny ek? Förklara hur du tänker!

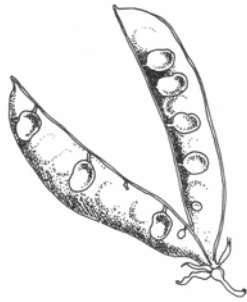
### 3. HUR FÖRÖKAR SIG?

Stryk under det du tror!

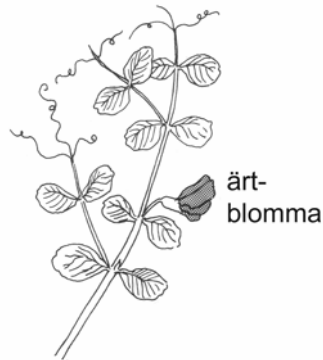
FLUGOR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
FJÄRILAR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
NYCKELPIGOR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
GRODOR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte
FÅGLAR	Parar sig	Parar sig inte	Vet inte

EN RÖNN	Med rötter	Med frön
EN ÄRTVÄXT	Med rötter	Med frön
EN SOLROS	Med rötter	Med frön

## 4. ÄRTSKIDAN



öppnad ärtskida med ärter



kvist av en ärtväxt

Lucas, Sofia och Lotta undersöker en ärtskida.

De funderar över var på en ärtväxt som det blir ärtskidor.

Sofia: Det växer ut ärtskidor bara där det först har varit en blomma.

Lucas: Det växer inte ut ärtskidor där det har varit en blomma. Blomman vissnar bort. Ärtskidor växer ut från andra ställen på en ärtväxt.

Lisa: Jag tror att det kan bli ärtskidor både där det har suttit blommor och på andra ställen på ärtväxten.

Vem har rätt?

Sofia    Lucas    Lisa

Förklara ditt kryss-svar!



## 5. BLÅBÄRSRISET



blåbärskvist med blommor



blåbärskvist med blåbär

Anna, Fredrik och deras lärare tittar på blåbärsris i skogen.

- Se här, säger Anna. Det har redan blivit blåbär på riset. Fast dom är inte blå ännu utan röda.
- Nej, säger deras lärare. Detta är inte blåbär utan blåbärsblommor. Fina va?
- Det är lite lustigt att blåbärsblommorna är så lika blåbär, säger Fredrik. Men har egentligen blommorna något att göra med blåbären?

Vad skulle du svara på Fredriks fråga?

## 6. VÄXTER OCH FRÖN

Från vilken del av en växt utvecklas frön? (Ringa in!)

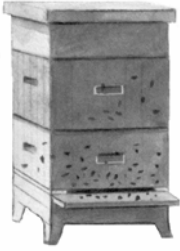
A. Blomma

B. Blad

C. Rot

D. Stam

## 7. BIKUPAN



Kerstin pratar med sin granne Lilian. Lilian berättar att hon gjort i ordning en bikupa med bin på sin tomt. Bra, säger Kerstin. Då kan jag nog få lite mer äpplen än jag brukar på mina träd!

Vad har Lilians bikupa att göra med hur mycket äpplen det blir på Kerstins träd? Svara så noga du kan!

## 8. POLLENKORNEN



Sofia, William och Anna diskuterar sin senaste lektion. Deras lärare har berättat att när bin suger nektar ur en blomma på ett äppelträd så fastnar det pollenkorn på biet. När biet besöker nästa blomma, så överlämnas en del av detta pollen till den nya blomman. Det gör att det blir ett äpple. Barnen undrar varför.

Sofia: Pollenet ger blomman näring. Då kan det bli ett äpple av blomman.

William: Pollenet är ett frö som det blir ett äpple av när det får växa i blomman.

Anna: Pollenet måste förena sig med en annan del av blomman. Pollenet och den andra delen tillsammans är början till ett äpple.

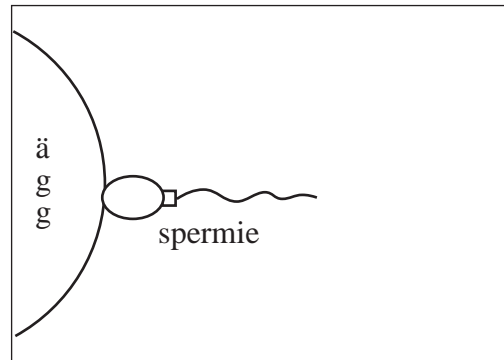
Vem har rätt? Sätt kryss!

- Sofia har rätt
- William har rätt
- Anna har rätt
- Ingen har rätt

Förklara ditt svar!

## 9. HUR BLIR DET EN BEBIS?

Lisa, Olle och Lukas tittar på en bild av en spermie som håller på att simma in i ett ägg. De vet att spermier kommer från en man och att ägg finns i en kvinna. De vet också att spermier och ägg på något sätt gör att det blir en bebis.



### Olle:

Jag tror att en pytteliten bebis finns i huvudet på spermien. Då spermien kommer in i ägget får den pyttelilla bebisen näring från ägget och kan börja växa.

### Lisa:

Jag tror att den pyttelilla bebisen finns i ägget. Men det måste komma in en spermie som gör att den pyttelilla bebisen börjar växa.

### Lukas:

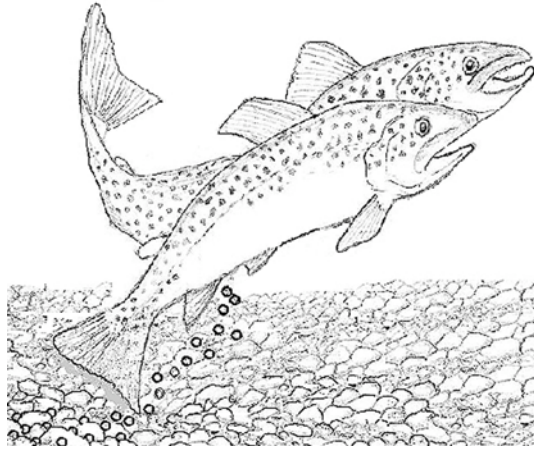
Det finns ingen pytteliten bebis i ägget och ingen i sädescellen. Det är när ägget och spermien smälter ihop som det blir början till en pytteliten bebis.

Vem har rätt?

- Olle har rätt
- Lisa har rätt
- Lukas har rätt
- Ingen har rätt

Förklara ditt svar!

## 10. FISKARNA SOM PARAR SIG



Bilden visar två fiskar som parar sig. Honan lägger ägg, och hanen sprutar många, många spermier över äggen. Spermierna försöker simma in i äggen. Lisa, Olle, Lukas och Stina talar om bilden.

Simon: Jag tror att det finns en liten fiskbebis i en spermie. Då spermien kommer in i ägget får den lilla fiskbebisen näring från ägget och kan börja växa.

Elin: Jag tror att det finns en liten fiskbebis i ett ägg. Men Det måste komma in en spermie i ägget som gör att den lillafiskbebisen börjar växa.

Malin: Det finns ingen liten fiskbebis i ägget och ingen i spermien. Det är när ägget och spermien förenas som det blir början till en liten fiskbebis.

Filip: Det finns en liten fiskbebis i spermien. Av den blir det en fiskhanne. Det finns också en liten fiskbebis i ägget. Av den blir det en fiskhona.

Vem har rätt?

Simon har rätt

Elin har rätt

Malin har rätt

Filip har rätt

Ingen har rätt

Förklara ditt svar!

## 11. HUR BLIR DET FLUGOR?

Jonas, Erik, Eva och Lisa diskuterar hur det blir flugor

JONAS: Jag tror att flugor föder små flugbebisar, som växer och blir stora flugor.

ERIK: Jag tror att flugor lägger ägg. De kläcks till småflugor, som växer och blir stora flugor.

EVA: Jag tror att flugor lägger ägg. De kläcks till larver, som sedan blir puppor. Av pupporna blir det stora flugor.

LISA: Jag tror att det blir flugor av ruttet kött och ruttan fisk.

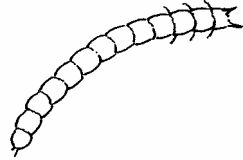
Vem har rätt?

- Jonas har rätt
- Erik har rätt
- Eva har rätt
- Lisa har rätt

## 12. MJÖLBAGGELARVERNA

Fredrik har 10 mjölbaggelarver i en plastask med lock. Det är små hål i locket. Larverna kryper omkring bland hushållspapper. De får havregryn att äta.

Efter några dagar finns det bara 6 mjölbaggelarver i Fredriks ask. De kryper omkring och ser ut så här.



Det finns också 4 saker som Fredrik inte riktigt vet vad det är. De ligger helt stilla och ser ut så här. Fredrik kallar dem för 'konstiga sakerna'.



Hur skulle du förklara för Fredrik vad som har hänt?

Är de 'konstiga sakerna' levande'? (sätt kryss)

JA     NEJ

Hur tänkte du då du satte ditt kryss?



### 13. VAD TYCKER DU? RINGA IN DET SOM BÄST STÄMMER MED VAD DU TYCKER!

A. Om att plantera och så fröer

*Mycket roligt*      *Ganska roligt*      *Tråkigt*      *Mycket tråkigt*

B. Om att vara ute och titta på blad och blommor på våren

*Mycket roligt*      *Ganska roligt*      *Tråkigt*      *Mycket tråkigt*

D. Om att titta på småkryp i plastpåsar eller burkar

*Mycket roligt*      *Ganska roligt*      *Tråkigt*      *Mycket tråkigt*

## 14. RINGA IN DET SOM BÄST STÄMMER MED VAD DU TYCKER!

Tycker du att

A.				
BIN	är	läskiga/otäcka	häftiga/fina	varken eller
SPYFLUGELARVER	är	läskiga/otäcka	häftiga /fina	varken eller
MASKAR	är	läskiga/otäcka	häftiga /fina	varken eller
FLUGOR	är	läskiga/otäcka	häftiga /fina	varken eller

B.				
BIN	är	intressanta	ointressanta	varken eller
SPYFLUGELARVER	är	intressanta	ointressanta	varken eller
MASKAR	är	intressanta	ointressanta	varken eller
FLUGOR	är	intressanta	ointressanta	varken eller

## 15. RINGA IN DET SOM BÄST STÄMMER MED VAD DU TYCKER!

Tycker du att

A.					
ÄRTPLANTOR	är	intressanta	ointressanta	varken eller	
BLÅBÄRSBLOMMOR	är	intressanta	ointressanta	varken eller	
TRÄD- OCH BLOMKNOPPAR	är	intressanta	ointressanta	varken eller	
ÄPPLEBLOMMOR	är	intressanta	ointressanta	varken eller	
B.					
ÄRTVÄXTER	är	fina	fula	varken eller	
BLÅBÄRSBLOMMOR	är	fina	fula	varken eller	
TRÄD- OCH BLOMKNOPPAR	är	fina	fula	varken eller	
ÄPPLEBLOMMOR	är	fina	fula	varken eller	

## BILAGA 1

### 16. VAD TYCKER DU OM KRYPEN?

Titta på krypen i burken! Beskriv vad du tycker om dem!

## BILAGA 2

### **Examinationskrav och redovisningsanvisningar för kursen ”Utveckling och utvärdering av naturvetenskaplig undervisning, för skolår 1-5”, 10 p, kvartsfart.**

- Att aktivt delta vid träffarna på Pedagogen.
- Att läsa igenom och reflektera över angiven kurslitteratur.
- Att i sin klass genomföra minst två undervisningssekvenser med naturvetenskapligt innehåll, motsvarande 6-7 lektioner per sekvens. Minst en av dessa undervisningssekvenser skall handla om något av de områden till vilka kursledningen ger förslag på handledning. Den andra sekvensen kan utgöras av ett annat ämnesområde.

Innan undervisningen startar diskuteras uppläggning och innehåll med kursledningen. Under undervisningens gång görs **dagboksanteckningar**. Dessa skrivs fortlöpande in på hemsidan för att övriga deltagare skall kunna ta del av dem. Här skrivs också inledningsvis målen för avsnittet in.

Dagboksanteckningarna skall innehålla följande moment som skrivs in där det passar bäst i de löpande dagboksanteckningarna.

#### LÄRARENS MÅL

Lärarens specificerade mål som relateras till de kursplane- och/eller läroplansmål som läraren avsåg uppnå med avsnittet. Här bör också diskuteras hur läraren avser ta reda på huruvida målen är uppnådda eller ej.

#### FÖRDIAGNOS

Hur tog läraren reda på elevernas förutsättningar/förkunskaper innan avsnittets start? Här redovisas också resultatet av denna diagnos med reflektioner och eventuella konsekvenser för den kommande undervisningens uppläggning.

#### UNDERVISNINGSSSEKVENSENS UPPLÄGGNING OCH INNEHÅLL

Lärarens uppläggning redovisas. Om denna bygger på en lärarhandledning som ingår i kursen, räcker det med hänvisning till avsnitt i denna. Om en annan uppläggning följs krävs en mer detaljerad beskrivning. Här redovisas också hur läraren avser utvärdera undervisningen successivt, med syfte att utnyttja resultatet av denna formativt, dvs för att vid behov, förändra undervisningen.

#### UNDERVISNINGENS GENOMFÖRANDE

Här beskrivs hur undervisningen fortlöpt. Dagboksanteckningarna bör innehålla:

- Elevernas reaktioner och kommentarer. Sådant som av läraren anses särskilt intressant och/eller typiskt. Lärarens reflektioner kring dessa skall också redovisas.
- Lärarens funderingar, reaktioner, reflektioner kring undervisningens uppläggning och innehåll.
- Hur den formativa utvärderingen fungerat under undervisningssekvensens gång, resultatet av den och vilka slutsatser läraren dragit av den och om eller hur detta påverkat den fortsatta undervisningen.

## BILAGA 2

### UTVÄRDERING OCH KONSEKVENSER FÖR KOMMANDE UNDERVISNING

Här beskrivs hur den avslutande utvärderingen av sekvensen som helhet genomförts och vilket resultat den givit. Eventuella elevreaktioner med anledning av utvärderingen och utvärderingsresultat beskrivs, liksom lärarens kommentarer och reflektioner kring detta. Har målen uppnåtts? Varför/Varför inte? Vilka förändringar skulle behöva göras för en bättre måluppfyllelse? Är målen realistiska? Visade utvärderingen det den avsåg att visa?

## *Intervjumanual*

1. **Småprat** (vädret etc!).
2. a) **Bakgrund** till intervjun, dvs syftet – kort!  
b) Varför och hur **dokumentationen** av intervjun sker. Sammanfattning, bandspelare, utskrift, anteckningar. Kolla att det är OK!  
  
c) Att allt material behandlas **konfidentiellt**, dvs att sådana data som identifierar den intervjuade inte kommer att redovisas. (Om det skulle visa sig vara intressant att publicera information som potentiellt kan kännas igen av andra, måste jag få ett speciellt tillstånd av den det handlar om – helst skriftligt).  
  
d) Någon **fråga** innan intervjun?

### 3. **Bandspelaren på!**

Lyssna, notera, var noga med att Du förstått på rätt sätt. Ställ följdfrågor, be om förtydliganden! Anteckna kort sådant intervjupersonen säger som Du vill veta mer om.

### 4. **Uppföljning.** OBS! Viktigt!

Runda av. Några lärdomar från intervjun. Kommentar?

“Jag har inga fler frågor. Har Du något mer att ta upp eller fråga om innan vi avslutar intervjun?”

### 6. **Stäng av bandspelaren!**

7. Om intresse finns. Berätta **mer om** undersökningens **syfte och uppläggning**.  
Är det fortfarande OK att jag använder bandet?

*Direkt efter intervjun. Gör anteckningar om intervjun, stämningar, mina egna tankar under intervjun, hur mitt tänkande förändrats, hur det påverkat intervjun etc.*

## BILAGA 2

Eva Nyberg  
030225

### **Intervjuguide 1 – Första intervjun**

Småprat! Kolla för säkerhets skull att läraren är införstådd med varför du spelar in och vad resultaten skall användas till.

*Nu startar jag bandet!*

1. Berätta om dina intryck av detta idématerial! Helhetsintryck?
  2. Bra? Dåligt? Lätt-/Svårsläst? Fattas något?
  3. Vad tycker du om omfattningen, 80 s.?
  4. Några frågor på innehållet? Något som var nytt för dig, som du tyckte var svårt? Behövs mer ämneskunskaper?
  5. Är handledningen så konkret att du tror att du skulle ge dig i kast med att pröva detta även utan min handledning?
  6. Brukar du undervisa det som handledningen gäller? Vilka likheter och skillnader finns i så fall mellan din undervisning och den som handledningen beskriver?
  7. Brukar du använda dig av levande organismer i undervisningen? Varför?/Varför inte?
  8. Anser du att dina elever normalt uppnår målen i år 5 beträffande livscykler? Varför? Varför inte? Vad grundar du din uppfattning på/Hur vet du vad de kan?
  9. Hur brukar du ta reda på vad eleverna kan eller har lärt sig i NO?
  10. Hur skall man undervisa, tycker du för att barnen skall lära sig på ett så bra sätt som möjligt? Gör du så nu? Varför? Varför inte?
- Bra= t ex så att barnen kan svara på denna typ av frågor även långt efter undervisningen avslutats?
11. Har du synpunkter på de uppsatta målen i handledningen?
  12. Hur bedömer du de föreslagna utvärderingsfrågorna? Är de användbara för den åldersgrupp du undervisar? Tycker du att det sätt som vi föreslår att testa elevernas kunskaper på är relevanta och bra? Finns det andra sätt som är bättre?



13. Gå igenom innehållet! Låt läraren kommentera!

*Sammanfatta kort vad du tycker kommit fram under intervjun!*

*Avslutande fråga:*

Något du vill kommentera innan vi stänger av bandspelaren?

*Efteråt:*

Hur upplevde du intervjusituationen?

## BILAGA 2

### **Intervjuguide 2 - Avslutande intervju juni-03 och juni -06**

#### Allmänt

Hur skulle du kortfattat vilja beskriva dina intryck och upplevelser under arbetets gång, positivt/negativt?

Har arbetet fortlöpt som du tänkte dig? Varför/Varför inte? Vad har blivit annorlunda?

Har du känt dig trygg i dina ämneskunskaper?

Hur har eleverna upplevt arbetet? Kolleger? Föräldrar? Varför tror du att de upplevt det på detta sätt? Förvånande eller ej?

Vad i denna undervisning skiljer sig från annan naturvetenskaplig undervisning, eller annan undervisning? Vilka ingredienser i denna undervisning är speciellt för just detta?

Det finns alltid mycket som är viktigt att undervisa om, och man måste alltid prioritera. Hur viktigt tycker du det är att undervisa om livscyklar? Vilka motiv tycker du att det finns för att undervisa om just detta område?

#### Lärarens lärande

Vad har du lärt dig?

Har du utvecklat ditt ämneskunnande? Exempel?

Vilken betydelse har ditt eget dagboksskrivande haft? Belastning? Tillgång?

Dina kunskaper om hur eleverna förstår olika delar av begreppet livscyklar (för olika organismer)?

Har du någon uppfattning om huruvida din syn på elevernas lärande (och begreppsbildning?) förändrats? Hur i så fall?

#### Elevernas lärande

Vad tror du eleverna lärt sig? Vad grundar du detta på? Svårt/Lätt innehåll?

Vad har varit betydelsefullt för deras lärande, tror du? Bevis för detta? Dagböcker, elevreaktioner? (Roligt – betydelse?)

Bestående kunskaper?

#### Formativa utvärderingen

På vilka olika sätt har du försökt få veta vad eleverna lärt sig under undervisningens gång? Annorlunda mot tidigare? Varför i så fall?

Vad har elevernas dagböcker/annan redovisning, betytt för dig under undervisningens gång? Har det påverkat din undervisning? Hur?

Har du tittat i deras böcker? Kommenterat dem?

Kommer du att genomföra liknande undervisning igen? Vad kommer du att behålla? Ändra på? Utveckla?

#### Mål

Har dina mål för undervisningen förändrats under undervisningens gång? Hur i så fall? Och varför?

Anser du att du uppnått de mål du satt upp? Vad grundar du detta på?  
Nationella målen för år 5?

Handledningen

Hur mycket och på vilket sätt har du använt livscykelhandledningen?  
Läst igenom? Gått tillbaka till?

Kommer du att använda den även fortsättningsvis? Varför/Varför inte?

Har ditt tidigare intryck av den förändrats? Hur i så fall?

Fortfarande tillräckligt konkreta undervisningsförslag?

Förslag på förbättringar?

Använda levande organismer i undervisningen även fortsättningsvis?

Utvärderingsfrågorna. Användbara eller inte? Andra sätta att utvärdera som är bättre?

Min inverkan

Min inverkan /positiv, negativ) på din undervisning, elevernas lärande/behållning?  
Exempel?

Min roll? Upplever du att det är du som styr undervisningens innehåll? Hur mycket har jag styrt?  
Något särskilt?

Hur skulle du vilja benämna det vi gjort i vår?  
Ensidigt/ömsesidigt utbyte?

Ett utvecklingsprojekt av din undervisning? Forskning om din undervisning?

Eftertesten

Hur verkade denna fungera? Hur reagerade eleverna? Något du fäste dig vid?

Vilka möjliga svar skulle man kunna förvänta sig på

Artemiafrågan?

Ärtfrågan?

Fiskparningsfrågan?

Ekfrågan?

## BILAGA 2

### Intervjuguide 3 - december 2003

1. Vilka tankar har du nu om undervisningen om livscyklar? Skillnad mot i våras, vid slutintervjun? Positivt eller negativt?
2. Kommer du att göra detta igen? Varför? Hur? Skillnad mot hur du tänkte i våras?
3. Har du ändrat dig i något avseende?
4. Vad tycker du nu att du själv lärt dig inom området och i din lärarprofession?
5. Tycker du nu att det är något av innehållet i undervisningen som du tror är särskilt svårt att förstå och som man därför skall ta upp lite senare än annat?
6. Hur tänker du nu om vad som är möjligt och lämpligt när det gäller hur mycket som är möjligt när det gäller att gå in på befruktning?
7. Hur tror du att dina elever uppfattade puppastadiet? Levande eller inte?
8. Vad tyckte eleverna om att göra det fördröjda eftertestet och hur fungerade det?

### Intervjuguide 4 – februari 2006

Din planering?

Målen?

Innehållet? I relation till tidigare?

Hur?

Tidsperiod?

Dokumentationen?

Elever?

Du själv?

Utvärdering?

**Intervjuguide 5 - intervju december 06 efter redovisning av för- och eftertestresultat, gamla frågorna samt några av de nya.**

1. Vad tycker du om för- och eftertestresultaten?
2. Har du någon förklaring/kommentar kring
  - a) de förbättrade resultaten?
  - b) de oförändrade resultaten?
3. Var det någon mer fråga du eller din kollega använde i undervisningen än ”levande/inte levande?”
4. Kan du beskriva så noggrant du kan hur undervisningen om befruktning hos både människor och djur gått till? Hur du gjorde, skillnad mot tidigare undervisning 2003 respektive 2004?
5. I vilken utsträckning använde du under våren 2006 dina dagboksanteckningar från våren 2003 respektive 2004?
6. Läste du de nya resultaten om forskningsresultat kring barns uppfattning om livscyklar, innan du började LC-avsnittet i våras (2006), under hand eller inte alls?
7. Hur anser du nu att en bra undervisning om LC skall se ut för att barnen skall lära sig livscykeln inte bara för en organism utan få en modell som de kan tillämpa på flera?
8. Hur skulle du svarat innan du började kursen och vi började vårt samarbete?
9. Minns du varför du tidigare inte trodde du skulle tycka om undervisning om livscyklar? När började du ändra uppfattning? Vid vår ”luna-träff” om livscyklar, eller under undervisningen våren 2003?
10. Kan du beskriva hur du utvecklats som lärare sedan vi först träffades höstterminen 2002???
11. Har din syn på hur en bra undervisning skall gå till förändrats? Hur i så fall?

(om inte kommer på något kan du fråga henne om detta att hon tidigare konsekvent arbetat med att inte ge barnen några färdiga svar, utan försökt låta dem komma fram till dem själva – om hon ändrat sin uppfattning om detta.

Om fortfarande inte vet – påminn henne då om vår diskussion om detta. Om hon skulle plocka in lite teori, så att de hade något att resonera utifrån, när det gällde ärtplantans pollinering och fruktsättning, eller inte.

Alltså; mer introduktion av begrepp/företeelser än tidigare?)
12. Tror du att LUNA-kursen och vårt samarbete efter det haft någon betydelse för din utveckling generellt som lärare (alltså inte bara när det gäller LC-undervisningen)? På vilket sätt i så fall? Har du t.ex. fått några särskilda insikter som du kan koppla till fortbildningskursen och/eller vårt samarbete?
13. Avsluta intervjun. Lägga till/dra ifrån. OK använda?

## BILAGA 2

### Observationsguide våren - 03

- Vad förstår barnen och vad lär de sig?
- Tycker de om lektionerna?
- Hur klarar läraren av den naturvetenskapliga undervisningen? Hur mycket hjälp vill hon ha från mig? Vilken typ av hjälp/råd? (Praktisk? Ämnesmässig?)  
(Försöka få veta i vilken mån LH bidrar till att fylla en brist på kunskap och/eller erfarenhet? Eller ger LH någonting ö h taget, eller utgör den bara en inspirationskälla och/eller en ”starter”?)
- Hur försöker läraren ta reda på vad eleverna kan och lär sig?
- Hur reagerar/svarar lärarna på elevernas tankar och initiativ?
- Hur förhåller sig den faktiska undervisningen till den undervisning som lärarna beskrev i initialskedet?
- Hur utvärderas undervisningen? Vilken roll spelar min handledning i detta?
- Hur ändras lärarnas mål?
- Hur påverkas deras undervisning av vad de får veta om olika utvärderingsresultat?

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Kjell Härnqvist and Karl-Gustaf Stukát

1. *Karl-Gustaf Stukát*: Lekskolans inverkan på barns utveckling. Sthlm 1966. Pp.148.
2. *Urban Dahllöf*: Skoldifferentiering och undervisningsförlopp. Sthlm 1967. Pp. 306.
3. *Erik Wallin*: Spelling. Factorial and experimental studies. Sthlm 1967. Pp.180.
4. *Bengt-Erik Andersson*: Studies in adolescent behaviour. Project Yg, Youth in Göteborg. Sthlm 1969. Pp. 400.
5. *Ference Marton*: Structural dynamics of learning. Sthlm 1970. Pp. 112.
6. *Allan Svensson*: Relative achievement. School performance in relation to intelligence, sex and home environment. Sthlm 1971. Pp. 176.
7. *Gunni Kärrby*: Child rearing and the development of moral structure. Sthlm 1971. Pp. 207.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Urban Dahllöf, Kjell Härnqvist and Karl-Gustaf Stukát

8. *Ulf P. Lundgren*: Frame factors and the teaching process. A contribution to curriculum theory and theory on teaching. Sthlm 1972. Pp. 378.
9. *Lennart Levin*: Comparative studies in foreign-language teaching. Sthlm 1972. Pp. 258.
10. *Rodney Åsberg*: Primary education and national development. Sthlm 1973. Pp. 388.
11. *Björn Sandgren*: Kreativ utveckling. Sthlm 1974. Pp. 227.
12. *Christer Brusling*: Microteaching - A concept in development. Sthlm 1974. Pp. 196.
13. *Kjell Rubenson*: Rekrytering till vuxenutbildning. En studie av kortutbildade yngre män. Gbg 1975. Pp. 363.
14. *Roger Säljö*: Qualitative differences in learning as a function of the learner's conception of the task. Gbg 1975. Pp. 170.
15. *Lars Owe Dahlgren*: Qualitative differences in learning as a function of content-oriented guidance. Gbg 1975. Pp. 172.
16. *Marie Månsson*: Samarbete och samarbetsförmåga. En kritisk granskning. Lund 1975. Pp. 158.
17. *Jan-Eric Gustafsson*: Verbal and figural aptitudes in relation to instructional methods. Studies in aptitude - treatment interactions. Gbg 1976. Pp. 228.
18. *Mats Ekholm*: Social utveckling i skolan. Studier och diskussion. Gbg 1976. Pp. 198.
19. *Lennart Svensson*: Study skill and learning. Gbg 1976. Pp. 308.
20. *Björn Andersson*: Science teaching and the development of thinking. Gbg 1976. Pp. 180.
21. *Jan-Erik Perneman*: Medvetenhet genom utbildning. Gbg 1977. Pp. 300.

(cont.)



GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Kjell Härnqvist, Ference Marton and Karl-Gustaf Stukát

22. *Inga Wernersson*: Könsdifferentiering i grundskolan. Gbg 1977. Pp. 320.
23. *Bert Aggestedt and Ulla Tebelius*: Barns upplevelser av idrott. Gbg 1977. Pp. 440.
24. *Anders Fransson*: Att rädas prov och att vilja veta. Gbg 1978. Pp. 188.
25. *Roland Björkberg*: Föreställningar om arbete, utveckling och livsrytm. Gbg 1978. Pp. 252.
26. *Gunilla Svingby*: Läroplaner som styrmedel för svensk obligatorisk skola. Teoretisk analys och ett empiriskt bidrag. Gbg 1978. Pp. 269.
27. *Inga Andersson*: Tankestilar och hemmiljö. Gbg 1979. Pp. 288.
28. *Gunnar Stangvik*: Self-concept and school segregation. Gbg 1979. Pp. 528.
29. *Margareta Kristiansson*: Matematikkunskaper Lgr 62, Lgr 69. Gbg 1979. Pp. 160.
30. *Britt Johansson*: Kunskapsbehov i omvårdnadsarbete och kunskapskrav i vårdutbildning. Gbg 1979. Pp. 404.
31. *Göran Patriksson*: Socialisation och involvering i idrott. Gbg 1979. Pp. 236.
32. *Peter Gill*: Moral judgments of violence among Irish and Swedish adolescents. Gbg 1979. Pp. 213.
33. *Tage Ljungblad*: Förskola - grundskola i samverkan. Förutsättningar och hinder. Gbg 1980. Pp. 192.
34. *Berner Lindström*: Forms of representation, content and learning. Gbg 1980. Pp. 195.
35. *Claes-Göran Wenestam*: Qualitative differences in retention. Gbg 1980. Pp. 220.
36. *Britt Johansson*: Pedagogiska samtal i vårdutbildning. Innehåll och språkbruk. Gbg 1981. Pp. 194.
37. *Leif Lybeck*: Arkimedes i klassen. En ämnespedagogisk berättelse. Gbg 1981. Pp. 286.
38. *Biörn Hasselgren*: Ways of apprehending children at play. A study of pre-school student teachers' development. Gbg 1981. Pp. 107.
39. *Lennart Nilsson*: Yrkesutbildning i nutidshistoriskt perspektiv. Yrkesutbildningens utveckling från skråväsendets upphörande 1846 till 1980-talet samt tankar om framtida inriktning. Gbg 1981. Pp. 442.
40. *Gudrun Balke-Aurell*: Changes in ability as related to educational and occupational experience. Gbg 1982. Pp. 203.
41. *Roger Säljö*: Learning and understanding. A study of differences in constructing meaning from a text. Gbg 1982. Pp. 212.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Kjell Härnqvist, Ference Marton and Karl-Gustaf Stukát

42. *Ulla Marklund*: Droger och påverkan. Eleanalys som utgångspunkt för drogundervisning. Gbg 1983. Pp. 225.
43. *Sven Setterlind*: Avslappningsträning i skolan. Forskningsöversikt och empiriska studier. Gbg 1983. Pp. 467.
44. *Egil Andersson and Maria Lawenius*: Lärares uppfattning av undervisning. Gbg 1983. Pp. 348.
45. *Jan Theman*: Uppfattningar av politisk makt. Gbg 1983. Pp. 493.
46. *Ingrid Pramling*: The child's conception of learning. Gbg 1983. Pp. 196.
47. *Per Olof Thång*: Vuxenlärares förhållningssätt till deltagarerfarenheter. En studie inom AMU. Gbg 1984. Pp. 307.
48. *Inge Johansson*: Fritidspedagog på fritidshem. En yrkesgrupps syn på sitt arbete. Gbg 1984. Pp. 312.
49. *Gunilla Svanberg*: Medansvar i undervisning. Metoder för observation och kvalitativ analys. Gbg 1984. Pp. 194.
50. *Sven-Eric Reuterberg*: Studiemedel och rekrytering till högskolan. Gbg 1984. Pp. 191.
51. *Gösta Dahlgren and Lars-Erik Olsson*: Läsning i barnperspektiv. Gbg 1985. Pp. 272.
52. *Christina Kärrqvist*: Kunskapsutveckling genom experimentcenterade dialoger i ellära. Gbg 1985. Pp. 288.
53. *Claes Alexandersson*: Stabilitet och förändring. En empirisk studie av förhållandet mellan skolkunskap och vardagsvetande. Gbg 1985. Pp. 247.
54. *Lillemor Jernqvist*: Speech regulation of motor acts as used by cerebral palsied children. Observational and experimental studies of a key feature of conductive education. Gbg 1985. Pp. 146.
55. *Solveig Hägglund*: Sex-typing and development in an ecological perspective. Gbg 1986. Pp. 267.
56. *Ingrid Carlgren*: Lokalt utvecklingsarbete. Gbg 1986. Pp. 299.
57. *Larsson, Alexandersson, Helmstad and Thång*: Arbetsupplevelse och utbildningssyn hos icke facklärd. Gbg 1986. Pp. 165.
58. *Elvi Walldal*: Studerande vid gymnasieskolans vårdlinje. Förväntad yrkesposition, rollpåverkan, självuppfattning. Gbg 1986. Pp. 291.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Jan-Eric Gustafsson, Ference Marton and Karl-Gustaf Stukát

59. *Eie Ericsson*: Foreign language teaching from the point of view of certain student activities. Gbg 1986. Pp. 275.
60. *Jan Holmer*: Högre utbildning för lågutbildade i industrin. Gbg 1987. Pp. 358.
61. *Anders Hill and Tullie Rabe*: Psykiskt utvecklingsstörda i kommunal förskola. Gbg 1987. Pp. 112.
62. *Dagmar Neuman*: The origin of arithmetic skills. A phenomenographic approach. Gbg 1987. Pp. 351.
63. *Tomas Kroksmark*: Fenomenografisk didaktik. Gbg 1987. Pp. 373.
64. *Rolf Lander*: Utvärderingsforskning - till vilken nytta? Gbg 1987. Pp. 280.
65. *Torgny Ottosson*: Map-reading and wayfinding. Gbg 1987. Pp. 150.
66. *Mac Murray*: Utbildningsexpansion, jämlikhet och avlänkning. Gbg 1988. Pp. 230.
67. *Alberto Nagle Cajés*: Studievalet ur den väljandes perspektiv. Gbg 1988. Pp. 181.
68. *Göran Lassbo*: Mamma - (Pappa) - barn. En utvecklingsekologisk studie av socialisation i olika familjetyper. Gbg 1988. Pp. 203.
69. *Lena Renström*: Conceptions of matter. A phenomenographic approach. Gbg 1988. Pp. 268.
70. *Ingrid Pramling*: Att lära barn lära. Gbg 1988. Pp. 115.
71. *Lars Fredholm*: Praktik som bärare av undervisnings innehåll och form. En förklaringsmodell för uppkomst av undervisningshandlingar inom en totalförsvarsorganisation. Gbg 1988. Pp. 364.
72. *Olof F. Lundquist*: Studiestöd för vuxna. Utveckling, utnyttjande, utfall. Gbg 1989. Pp. 280.
73. *Bo Dahlin*: Religionen, själen och livets mening. En fenomenografisk och existensfilosofisk studie av religionsundervisningens villkor. Gbg 1989. Pp. 359.
74. *Susanne Björkdahl Ordell*: Socialarbetare. Bakgrund, utbildning och yrkesliv. Gbg 1990. Pp. 240.
75. *Eva Björck-Åkesson*: Measuring Sensation Seeking. Gbg 1990. Pp. 255.
76. *Ulla-Britt Bladini*: Från hjälpskolelärare till förändringsagent. Svensk speciallärarutbildning 1921-1981 relaterad till specialundervisningens utveckling och förändringar i speciallärarens yrkesuppgifter. Gbg 1990. Pp. 400.
77. *Elisabet Öhrn*: Könsmönster i klassrumsinteraktion. En observations- och intervjustudie av högstadieelevers lärarkontakter. Gbg 1991. Pp. 211, XXI.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

78. *Tomas Kroksmark*: Pedagogikens vägar till dess första svenska professur. Gbg 1991. Pp. 285.
79. *Elvi Walldal*: Problembaserad inläring. Utvärdering av påbyggnadslinjen Utbildning i öppen hälso- och sjukvård. Gbg 1991. Pp. 130.
80. *Ulla Axner*: Visuella perceptionssvårigheter i skolperspektiv. En longitudinell studie. Gbg 1991. Pp. 293.
81. *Birgitta Kullberg*: Learning to learn to read. Gbg 1991. Pp. 352.
82. *Claes Annerstedt*: Idrottslärarna och idrottsämnet. Utveckling, mål, kompetens - ett didaktiskt perspektiv. Gbg 1991. Pp. 286.
83. *Ewa Pilhammar Andersson*: Det är vi som är dom. Sjuksköterskestuderandes föreställningar och perspektiv under utbildningstiden. Gbg 1991. Pp. 313.
84. *Elsa Nordin*: Kunskaper och uppfattningar om maten och dess funktioner i kroppen. Kombinerad enkät- och intervjustudie i grundskolans årskurser 3, 6 och 9. Gbg 1992. Pp. 253.
85. *Valentin González*: On human attitudes. Root metaphors in theoretical conceptions. Gbg 1992. Pp. 238.
86. *Jan-Erik Johansson*: Metodikämnet i förskolläro-utbildningen. Bidrag till en traditionsbestämning. Gbg 1992. Pp. 347.
87. *Ann Ahlberg*: Att möta matematiska problem. En belysning av barns lärande. Gbg 1992. Pp. 353.
88. *Ella Danielson*: Omvårdnad och dess psykosociala inslag. Sjuksköterskestuderandes uppfattningar av centrala termer och reaktioner inför en omvårdnadssituation. Gbg 1992. Pp. 301.
89. *Shirley Booth*: Learning to program. A phenomenographic perspective. Gbg 1992. Pp. 308.
90. *Eva Björck-Åkeson*: Samspel mellan små barn med rörelsehinder och talhandikapp och deras föräldrar - en longitudinell studie. Gbg 1992. Pp. 345.
91. *Karin Dahlberg*: Helhetssyn i vården. En uppgift för sjuksköterskeutbildningen. 1992. Pp. 201.
92. *Rigmor Eriksson*: Teaching Language Learning. In-service training for communicative teaching and self directed learning in English as a foreign language. 1993. Pp. 218.
93. *Kjell Härenstam*: Skolboks-islam. Analys av bilden av islam i läroböcker i religionskunskap. Gbg 1993. Pp. 312.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

94. *Ingrid Pramling*: Kunnandets grunder. Prövning av en fenomenografisk ansats till att utveckla barns sätt att uppfatta sin omvärld. Gbg 1994. Pp. 236.
95. *Marianne Hansson Scherman*: Att vägra vara sjuk. En longitudinell studie av förhållningssätt till astma/allergi. Gbg 1994. Pp. 236.
96. *Mikael Alexandersson*: Metod och medvetande. Gbg 1994. Pp. 281.
97. *Gun Unenge*: Pappor i föräldrakooperativa daghem. En deskriptiv studie av pappors medverkan. Gbg 1994. Pp. 249, [33].
98. *Björn Sjöström*: Assessing acute postoperative pain. Assessment strategies and quality in relation to clinical experience and professional role. Gbg 1995. Pp. 159.
99. *Maj Arvidsson*: Lärares orsaks- och åtgärdstankar om elever med svårigheter. Gbg 1995. Pp. 212.
100. *Dennis Beach*: Making sense of the problems of change: An ethnographic study of a teacher education reform. Gbg 1995. Pp. 385.
101. *Wolmar Christensson*: Subjektiv bedömning - som besluts och handlingsunderlag. Gbg 1995. Pp. 211.
102. *Sonja Kihlström*: Att vara förskollärare. Om yrkets pedagogiska innebörder. Gbg 1995. Pp. 214.
103. *Marita Lindahl*: Inläring och erfارande. Ettåringars möte med förskolans värld. Gbg. 1996. Pp. 203.
104. *Göran Folkestad*: Computer Based Creative Music Making - Young Peoples' Music in the Digital Age. Gbg 1996. Pp. 237.
105. *Eva Ekeblad*: Children • Learning • Numbers. A phenomenographic excursion into first-grade children's arithmetic. Gbg 1996. Pp. 370.
106. *Helge Strömdahl*: On mole and amount of substance. A study of the dynamics of concept formation and concept attainment. Gbg 1996. Pp. 278.
107. *Margareta Hammarström*: Varför inte högskola? En longitudinell studie av olika faktorerens betydelse för studiebegåvade ungdomars utbildningskarriär. Gbg 1996. Pp. 263.
108. *Björn Mårdén*: Rektorsers tänkande. En kritisk betraktelse av skolledarskap. Gbg 1996. Pp. 219.
109. *Gloria Dall'Alba and Björn Hasselgren (Eds.)*. Reflections on Phenomenography - Toward a Methodology? Gbg 1996. Pp. 202.
110. *Elisabeth Hesslefors Arktoft*: I ord och handling. Innebörder av "att anknyta till elevens erfarenheter", uttryckta av lärare. Gbg 1996. Pp. 251.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

111. *Barbro Strömberg*: Professionellt förhållningssätt hos läkare och sjuksköterskor. En studie av uppfattningar. Gbg 1997. Pp. 241.
112. *Harriet Axelsson*: Våga lära. Om lärare som förändrar sin miljöundervisning. Gbg 1997. Pp. 326.
113. *Ann Ahlberg*: Children's ways of handling and experiencing numbers. Gbg 1997. Pp. 115.
114. *Hugo Wikström*: Att förstå förändring. Modellbyggande, simulering och gymnasieelevers lärande. Gbg 1997. Pp. 305.
115. *Doris Axelsen*: Listening to recorded music. Habits and motivation among high-school students. Gbg 1997. Pp. 226.
116. *Ewa Pilhammar Andersson*:Handledning av sjuksköterskestuderande i klinisk praktik. Gbg 1997. Pp. 166.
117. *Owe Stråhlman*: Elitidrott, karriär och avslutning. Gbg 1997. Pp. 350.
118. *Aina Tullberg*: Teaching the 'mole'. A phenomenographic inquiry into the didactics of chemistry. Gbg 1997. Pp. 200.
119. *Dennis Beach*: Symbolic Control and Power Relay: Learning in Higher Professional Education. Gbg 1997. Pp. 259.
120. *Hans-Åke Scherp*: Utmanande eller utmanat ledarskap. Rektor, organisationen och förändrat undervisningsmönster i gymnasieskolan. Gbg 1998. Pp. 228.
121. *Staffan Stukát*: Lärares planering under och efter utbildningen. Gbg 1998. Pp. 249.
122. *Birgit Lendahls Rosendahl*: Examensarbetets innebörder. En studie av blivande lärares utsagor. Gbg 1998. Pp. 222.
123. *Ann Ahlberg*: Meeting Mathematics. Educational studies with young children. Gbg 1998. Pp. 236.
124. *Monica Rosén*: Gender Differences in Patterns of Knowledge. Gbg 1998. Pp. 210.
125. *Hans Birnik*: Lärare- elevrelationen. Ett relationistiskt perspektiv. Gbg 1998. Pp. 177.
126. *Margreth Hill*: Kompetent för "det nya arbetslivet"? Tre gymnasieklasser reflekterar över och diskuterar yrkesförberedande studier. Gbg 1998. Pp. 314.
127. *Lisbeth Åberg-Bengtsson*: Entering a Graphicate Society. Young Children Learning Graphs and Charts. Gbg 1998. Pp. 212.
128. *Melvin Feffer*: The Conflict of Equals: A Constructionist View of Personality Development. Gbg 1999. Pp. 247.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

129. *Ulla Runesson*: Variationens pedagogik. Skilda sätt att behandla ett matematiskt innehåll. Gbg 1999. Pp. 344.
130. *Silwa Claesson*: ”Hur tänker du då?” Empiriska studier om relationen mellan forskning om elevuppfattningar och lärares undervisning. Gbg 1999. Pp. 248.
131. *Monica Hansen*: Yrkeskulturer i möte. Läraren, fritidspedagogen och samverkan. Gbg 1999. Pp. 399.
132. *Jan Theliander*: Att studera arbetets förändring under kapitalismen. Ure och Taylor i pedagogiskt perspektiv. Gbg 1999. Pp. 275
133. *Tomas Saar*: Musikens dimensioner - en studie av unga musikers lärande. Gbg 1999. Pp. 184.
134. *Glen Helmstad*: Understanding of understanding. An inquiry concerning experiential conditions for developmental learning. Gbg 1999. Pp. 259.
135. *Margareta Holmegaard*: Språkmedvetenhet och ordinläring. Lärare och inlärare reflekterar kring en betydelsefälsövning i svenska som andraspråk. Gbg 1999. Pp. 292.
136. *Alyson McGee*: Investigating Language Anxiety through Action Inquiry: Developing Good Research Practices. Gbg 1999. Pp. 298.
137. *Eva Gannerud*: Genusperspektiv på lärargärning. Om kvinnliga klasslärares liv och arbete. Gbg 1999. Pp. 267.
138. *Tellervo Kopare*: Att rida stormen ut. Förlossningsberättelser i Finnmark och Sápmi. Gbg 1999. Pp. 285.
139. *Maja Söderbäck*: Encountering Parents. Professional Action Styles among Nurses in Pediatric Care. Gbg 1999. Pp. 226.
140. *Airi Rovio - Johansson*: Being Good at Teaching. Exploring different ways of handling the same subject in Higher Education. Gbg 1999. Pp. 249.
141. *Eva Johansson*: Etik i små barns värld. Om värden och normer bland de yngsta barnen i förskolan. Gbg 1999. Pp. 295.
142. *Kennert Orlenius*: Förståelsens paradox. Yrkeserfarenhetens betydelse när förskollärare blir grundskollärare. Gbg 1999. Pp. 300.
143. *Björn Mårdén*: De nya hälsomissionärerna – rörelser i korsvägen mellan pedagogik och hälsopromotion. Gbg 1999. Pp. 223.
144. *Margareta Carlén*: Kunskapslyft eller avbytarbänk? Möten med industriarbetare om utbildning för arbete. Gbg 1999. Pp. 269.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

145. *Maria Nyström*: Allvarligt psykiskt störda människors vardagliga tillvaro. Gbg 1999. Pp. 286.
146. *Ann-Katrin Jakobsson*: Motivation och inläring ur genusperspektiv. En studie av gymnasieelever på teoretiska linjer/program. Gbg 2000. Pp. 242.
147. *Joanna Giota*: Adolescents' perceptions of school and reasons for learning. Gbg 2000. Pp. 220.
148. *Berit Carlstedt*: Cognitive abilities – aspects of structure, process and measurement. Gbg 2000. Pp. 140.
149. *Monica Reichenberg*: Röst och kausalitet i lärobokstexter. En studie av elevers förståelse av olika textversioner. Gbg 2000. Pp. 287.
150. *Helena Åberg*: Sustainable waste management in households – from international policy to everyday practice. Experiences from two Swedish field studies. Gbg 2000. Pp. 189.
151. *Björn Sjöström, Britt Johansson*: Ambulanssjukvård. Ambulanssjukvårdares och läkares perspektiv. Gbg 2000. Pp. 129.
152. *Agneta Nilsson*: Omvårdnadskompetens inom hemsjukvård – en deskriptiv studie. Gbg 2001. Pp. 225.
153. *Ulla Löfstedt*: Förskolan som lärandekontext för barns bildskapande. Gbg 2001. Pp. 240.
154. *Jörgen Dimenäs*: Innehåll och interaktion. Om elevers lärande i naturvetenskaplig undervisning. Gbg 2001. Pp. 278.
155. *Britt Marie Apelgren*: Foreign Language Teachers' Voices. Personal Theories and Experiences of Change in Teaching English as a Foreign Language in Sweden. Gbg 2001. Pp. 339.
156. *Christina Cliffordson*: Assessing empathy: Measurement characteristics and interviewer effects. Gbg 2001. Pp. 188.
157. *Inger Berggren*: Identitet, kön och klass. Hur arbetarflickor formar sin identitet. Gbg 2001. Pp. 366.
158. *Carina Furåker*: Styrning och visioner – sjuksköterskeutbildning i förändring. Gbg 2001. Pp. 216.
159. *Inger Berndtsson*: Förskjutna horisonter. Livsförändring och lärande i samband med synnedsättning eller blindhet. Gbg 2001. Pp. 539.
160. *Sonja Sheridan*: Pedagogical Quality in Preschool. An issue of perspectives. Gbg 2001. Pp. 225.

(cont.)



GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

161. *Jan Bahlenberg*: Den otroliga verkligheten sätter spår. Om Carlo Derkerts liv och konstpedagogiska gärning. Gbg 2001. Pp. 406.
162. *Frank Bach*: Om ljuset i tillvaron. Ett undervisningsexperiment inom optik. Gbg 2001. Pp. 300.
163. *Pia Williams*: Barn lär av varandra. Samlärande i förskola och skola. Gbg 2001. Pp. 209.
164. *Vigdis Granum*: Studentenes forestillinger om sykepleie som fag og funksjon. Gbg 2001. Pp. 252.
165. *Marit Alvestad*: Den komplekse planlegginga. Førskolelærarar om pedagogisk planlegging og praksis. Gbg 2001. Pp. 238.
166. *Girma Berhanu*: Learning-In-Context. An Ethnographic Investigation of Mediated Learning Experiences among Ethiopian Jews in Israel. Gbg 2001. Pp. 315.
167. *Olle Eskilsson*: En longitudinell studie av 10 – 12-åringars förståelse av materiens förändringar. Gbg 2001. Pp. 233.
168. *Jonas Emanuelsson*: En fråga om frågor. Hur lärares frågor i klassrummet gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap. Gbg 2001. Pp. 258.
169. *Birgitta Gedda*: Den offentliga hemligheten. En studie om sjuksköterskans pedagogiska funktion och kompetens i folkhälsoarbetet. Gbg 2001. Pp. 259.
170. *Febe Friberg*: Pedagogiska möten mellan patienter och sjuksköterskor på en medicinsk vårdavdelning. Mot en vårddidaktik på livsvärldsgrund. Gbg 2001. Pp. 278.
171. *Madeleine Bergh*: Medvetenhet om bemötande. En studie om sjuksköterskans pedagogiska funktion och kompetens i närståendeundervisning. Gbg 2002. Pp. 250.
172. *Henrik Eriksson*: Den diplomatiska punkten – maskulinitet som kroppsligt identitetsskapande projekt i svensk sjuksköterskeutbildning. Gbg 2002. Pp. 157.
173. *Solveig Lundgren*: I spåren av en bemanningsförändring. En studie av sjuksköterskors arbete på en kirurgisk vårdavdelning. Gbg 2002. Pp. 134.
174. *Birgitta Davidsson*: Mellan soffan och katedern. En studie av hur förskollärare och grundskollärare utvecklar pedagogisk integration mellan förskola och skola. Gbg 2002. Pp. 230.
175. *Kari Søndena*: Tradisjon og Transcendens – ein fenomenologisk studie av refleksjon i norsk førskulelærerutdanning. Gbg 2002. Pp. 213.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

176. *Christine Bentley*: The Roots of Variation of English-Teaching. A Phenomenographic Study Founded on an Alternative Basic Assumption. Gbg 2002. Pp. 224.
177. *Åsa Mäkitalo*: Categorizing Work: Knowing, Arguing, and Social Dilemmas in Vocational Guidance. Gbg 2002. Pp. 184.
178. *Marita Lindahl*: VÅRDA – VÄGLEDA – LÄRA. Effektstudie av ett interventionsprogram för pedagogers lärande i förskolemiljön. Gbg 2002. Pp. 332.
179. *Christina Berg*: Influences on schoolchildren's dietary selection. Focus on fat and fibre at breakfast. Gbg 2002. Pp. 134.
180. *Margareta Asp*: Vila och lärande om vila. En studie på livsvärldsfenomenologisk grund. Gbg 2002. Pp. 231.
181. *Ference Marton and Paul Morris (Eds.)*: What matters? Discovering critical conditions of classroom learning. Gbg 2002. Pp. 146.
182. *Roland Severin*: Dom vet vad dom talar om. En intervjustudie om elevers uppfattningar av begreppen makt och samhällsförändring. Gbg 2002. Pp. 306.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Björn Andersson, Jan Holmer and Ingrid Pramling Samuelsson

183. *Marléne Johansson*: Slöjdpraktik i skolan – hand, tanke, kommunikation och andra medierande redskap. Gbg 2002. Pp. 306.
184. *Ingrid Sanderöth*: Om lust att lära i skolan: En analys av dokument och klass 8y. Gbg 2002. Pp. 344.
185. *Inga-Lill Jakobsson*: Diagnos i skolan. En studie av skolsituationer för elever med syndromdiagnos. Gbg 2002. Pp. 273.
186. *Eva-Carin Lindgren*: Empowering Young Female Athletes – A Possible Challenge to the Male Hegemony in Sport. A Descriptive and Interventional Study. Gbg 2002. Pp. 200.
187. *Hans Rystedt*: Bridging practices. Simulations in education for the health-care professions. Gbg 2002. Pp. 156.
188. *Margareta Ekborg*: Naturvetenskaplig utbildning för hållbar utveckling? En longitudinell studie av hur studenter på grunskolläroprogrammet utvecklar för miljöundervisning relevanta kunskaper i naturkunskap. Gbg 2002. Pp. 313.
189. *Anette Sandberg*: Vuxnas lekvärld. En studie om vuxnas erfarenheter av lek. Gbg 2002. Pp. 226 .
190. *Gunlög Bredänge*: Gränslös pedagog. Fyra studier om utländska lärare i svensk skola. Gbg 2003. Pp. 412.
191. *Per-Olof Bentley*: Mathematics Teachers and Their Teaching. A Survey Study. Gbg 2003. Pp. 243.
192. *Kerstin Nilsson*: MANDAT – MAKT – MANAGEMENT. En studie av hur vårdenhetschefers ledarskap konstrueras. Gbg 2003. Pp. 194.
193. *Yang Yang*: Measuring Socioeconomic Status and its Effects at Individual and Collective Levels: A Cross-Country Comparison. Gbg 2003. Pp. 247.
194. *Knut Volden*: Mediekunnskap som mediekritikk. Gbg 2003. Pp. 316.
195. *Lotta Lager-Nyqvist*: Att göra det man kan – en longitudinell studie av hur sju lärarstudenter utvecklar sin undervisning och formar sin lärarroll i naturvetenskap. Gbg 2003. Pp. 235.
196. *Britt Lindahl*: Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet. Gbg 2003. Pp. 325.
197. *Ann Zetterqvist*: Ämnesdidaktisk kompetens i evolutionsbiologi. En intervjuundersökning med no/biologilärare. Gbg 2003. Pp. 210.
198. *Elsie Anderberg*: Språkanvändningens funktion vid utveckling av kunskap om objekt. Gbg 2003. Pp. 79.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Björn Andersson, Jan Holmer and Ingrid Pramling Samuelsson

199. *Jan Gustafsson*: Integration som text, diskursiv och social praktik. En policyetnografisk fallstudie av mötet mellan skolan och förskoleklassen. Gbg 2003. Pp. 381.
  200. *Evelyn Hermansson*: Akademisering och professionalisering – barnmorskans utbildning i förändring. Gbg 2003. Pp. 222.
  201. *Kerstin von Brömssen*: Tolkningar, förhandlingar och tystnader. Elevers tal om religion i det mångkulturella och postkoloniala rummet. Gbg 2003. Pp. 383.
  202. *Marianne Lindblad Fridh*: Från allmänsjuusköterska till specialistsjuusköterska inom intensivvård. En studie av erfarenheter från specialistutbildningen och från den första yrkesverksamma tiden inom intensivvården. Gbg 2003. Pp. 205.
  203. *Barbro Carli*: The Making and Breaking of a Female Culture: The History of Swedish Physical Education 'in a Different Voice'. Gbg 2003. Pp. 283.
  204. *Elisabeth Dahlborg-Lyckhage*: "Systers" konstruktion och mumifiering – i TV-serier och i studenters föreställningar. Gbg 2003. Pp. 208.
  205. *Ulla Hellström Muhli*: Att överbrygga perspektiv. En studie av behovsbedömningssamtal inom äldreinriktat socialt arbete. Gbg 2003. Pp. 212.
  206. *Kristina Ahlberg*: Synvänder. Universitetsstudenters berättelser om kvalitativa förändringar av sätt att erfara situationers mening under utbildningspraktik. Gbg 2004. Pp. 190.
  207. *Jonas Ivarsson*: Renderings & Reasoning: Studying artifacts in human knowing. Gbg 2004. Pp. 190.
  208. *Madeleine Löwing*: Matematikundervisningens konkreta gestaltning. En studie av kommunikationen lärare – elev och matematiklektionens didaktiska ramar. Gbg 2004. Pp. 319.
  209. *Pija Ekström*: Makten att definiera. En studie av hur beslutsfattare formulerar villkor för specialpedagogisk verksamhet. Gbg 2004. Pp. 244.
  210. *Carin Roos*: Skriftspråkande döva barn. En studie om skriftspråkligt lärande i förskola och skola. Gbg 2004. Pp. 248.
  211. *Jonas Linderöth*: Datorspeländets mening. Bortom idén om den interaktiva illusionen. Gbg 2004. Pp. 277.
  212. *Anita Wallin*: Evolutionsteorin i klassrummet. På väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution. Gbg 2004 Pp. 308.
  213. *Eva Hjörne*: Excluding for inclusion? Negotiating school careers and identities in pupil welfare settings in the Swedish school. Gbg 2004. Pp. 190.
  214. *Marie Bliding*: Inneslutandets och uteslutandets praktik. En studie av barns
- (cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Björn Andersson, Jan Holmer and Ingrid Pramling Samuelsson

relationsarbete i skolan. Gbg 2004. Pp. 308.

215. *Lars-Erik Jonsson*: Appropriating Technologies in Educational Practices. Studies in the Contexts of Compulsory Education, Higher Education, and Fighter Pilot Training. Gbg 2004. Pp. 203.
216. *Mia Karlsson*: An ITiS Teacher Team as a Community of Practice. Gbg 2004. Pp. 299.
217. *Silwa Claesson*: Lärares levda kunskap. Gbg 2004. Pp. 173.
218. *Gun-Britt Wärvik*: Ambitioner att förändra och artefaktens verkan. Gränsskapande och stabiliserande praktiker på produktionsgolvet. Gbg 2004. Pp 274.
219. *Karin Lumsden Wass*: Vuxenutbildning i omvandling. Kunskapslyftet som ett sätt att organisera förnyelse. Gbg 2004. Pp 204.
220. *Lena Dahl*: Amningspraktikens villkor. En intervjustudie av en grupp kvinnors föreställningar på och erfarenheter av amning. Gbg 2004. Pp 160.
221. *Ulric Björck*: Distributed Problem-Based Learning. Studies of a Pedagogical Model in Practice. Gbg 2004. Pp 207.
222. *Anneka Knutsson*: "To the best of your knowledge and for the good of your neighbour". A study of traditional birth attendants in Addis Ababa, Ethiopia. Gbg 2004. Pp 238.
223. *Marianne Dovemark*: Ansvar – flexibilitet – valfrihet. En etnografisk studie om en skola i förändring. Gbg 2004. Pp 277.
224. *Björn Haglund*: Traditioner i möte. En kvalitativ studie av fritidspedagogers arbete med samlingar i skolan. Gbg 2004. Pp 248.
225. *Ann-Charlotte Mårdsjö*: Lärandets skiftande innebörder – uttryckta av förskollärare i vidareutbildning. Gbg 2005. Pp 239.
226. *Ingrid Grundén*: Att återerövra kroppen. En studie av livet efter en ryggmärgsskada. Gbg 2005. Pp 157.
227. *Karin Gustafsson och Elisabeth Mellgren*: Barns skriftspråkande – att bli en skrivande och läsande person. Gbg 2005. Pp 193.
228. *Gunnar Nilsson*: Att äga  $\pi$ . Praxisnära studier av lärarstudenters arbete med geometrilaborationer. Gbg 2005. Pp 362.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Björn Andersson, Jan Holmer and Ingrid Pramling Samuelsson

229. *Bengt Lindgren*: Bild, visualitet och vetande. Diskussion om bild som ett kunskapsfält inom utbildning. Gbg 2005. Pp 160.
230. *Petra Angervall*: Jämställdhetsarbetets pedagogik. Dilemman och paradoxer i arbetet med jämställdhet på ett företag och ett universitet. Gbg 2005. Pp 227.
231. *Lennart Magnusson*: Designing a responsive support service for family carers of frail older people using ICT. Gbg 2005. Pp 220.
232. *Monica Reichenberg*: Gymnasieelever samtalar kring facktexter. En studie av textsamtal med goda och svaga läsare. Gbg 2005. Pp 197.
233. *Ulrika Wolff*: Characteristics and varieties of poor readers. Gbg 2005. Pp 206.
234. *Cecilia Nielsen*: Mellan fakticitet och projekt. Läs- och skrivsvårigheter och strävan att övervinna dem. Gbg 2005. Pp 312.
235. *Berith Hedberg*: Decision Making and Communication in Nursing Practice. Aspects of Nursing Competence. Gbg 2005. Pp 126.
236. *Monica Rosén, Eva Myrberg & Jan-Eric Gustafsson*: Läskompetens i skolår 3 och 4. Nationell rapport från PIRLS 2001 i Sverige. The IEA Progress in International Reading Literacy Study. Gbg 2005. Pp 343.
237. *Ingrid Henning Loeb*: Utveckling och förändring i kommunal vuxenutbildning. En yrkeshistorisk ingång med berättelser om lärarbanor. Gbg 2006. Pp 274.
238. *Niklas Pramling*: Minding metaphors: Using figurative language in learning to represent. Gbg 2006. Pp 289.
239. *Konstantin Kougioumtzis*: Lärarkulturer och professionskoder. En komparativ studie av idrottslärare i Sverige och Grekland. Gbg 2006. Pp 296.
240. *Sten Båth*: Kvalifikation och medborgarfostran. En analys av reformtexter avseende gymnasieskolans samhällsuppdrag. Gbg 2006. Pp 280.
241. *Eva Myrberg*: Fristående skolor i Sverige -Effekter på 9-10-åriga elevers läsförmåga. Gbg 2006. Pp 185.
242. *Mary-Anne Holfve-Sabel*: Attitudes towards Swedish comprehensive school. Comparisons over time and between classrooms in grade 6. Gbg 2006. Pp 152.
243. *Caroline Berggren*: Entering Higher Education – Gender and Class Perspectives. Gbg 2006. Pp 162.
244. *Cristina Thornell & Carl Olivestam*: Kulturmöte i centralafrikansk kontext med kyrkan som arena. Gbg 2006. Pp 392.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Björn Andersson, Jan Holmer and Ingrid Pramling Samuelsson

245. *Arvid Treekrem*: Att leda som man lär. En arbetsmiljöpedagogisk studie av toppledares ideologier om ledarskapets taktiska potentialer. Gbg 2006. Pp 382.
246. *Eva Gannerud & Karin Rönnerman*: Innehåll och innebörd i lärares arbete i förskola och skola – en fallstudie ur ett genusperspektiv. Gbg 2006. Pp 188.
247. *Johannes Lunneblad*: Förskolan och mångfalden – en etnografisk studie på en förskola i ett multietniskt område. Gbg 2006. Pp 228.
248. *Lisa Asp-Onsjö*: Åtgärdsprogram – dokument eller verktyg? En fallstudie i en kommun. Gbg 2006. Pp 252.
249. *Eva Johansson & Ingrid Pramling Samuelsson*: Lek och läroplan. Möten mellan barn och lärare i förskola och skola. Gbg 2006. Pp 221.
250. *Inger Björneloo*: Innebörder av hållbar utveckling. En studie av lärares utsagor om undervisning. Gbg 2006. Pp 194.
251. *Eva Johansson*: Etiska överenskommelser i förskolebarns världar. Gbg 2006. Pp 250.
252. *Monica Petersson*: Att genuszappa på säker eller osäker mark. Hem- och konsumentkunskap ur ett könsperspektiv. Gbg 2007. Pp 223.
253. *Ingela Olsson*: Handlingskompetens eller inlärd hjälplöshet? Lärandeprocesser hos verkstadsindustriarbetare. Gbg 2007. Pp 266.
254. *Helena Pedersen*: The School and the Animal Other. An Ethnography of human-animal relations in education. Gbg 2007. Pp 281.
255. *Elin Eriksen Ødegaard*: Meningsskaping i barnehagen. Innhold og bruk av barns og voksnes samtalefortellinger. Gbg 2007. Pp 246.
256. *Anna Klerfelt*: Barns multimediala berättande. En länk mellan mediakultur och pedagogisk praktik. Gbg 2007. Pp 220.
257. *Peter Erlandson*: Docile bodies and imaginary minds: on Schön's *reflection-in-action*. Gbg 2007 Pp 120.
258. *Sonja Sheridan och Pia Williams*: Dimensioner av konstruktiv konkurrens. Konstruktiva konkurrensformer i förskola, skola och gymnasium. Gbg 2007. Pp 204.
259. *Ingela Andreasson*: Elevplanen som text - om identitet, genus, makt och styrning i skolans elevdokumentation. Gbg 2007. Pp 221.

(cont.)

GÖTEBORG STUDIES  
IN EDUCATIONAL SCIENCES

ISSN 0436-1121

*Editors:*

Jan-Eric Gustafsson, Annika Härenstam, Ingrid Pramling Samuelsson

260. *Ann-Sofie-Holm*: Relationer i skolan. en studie av femininiteter och maskuliniteter i år 9. Gbg 2008. Pp 231.
261. *Lars-Erik Nilsson*: But can't you see they are lying: Student moral positions and ethical practices in the wake of technological change. Gbg 2008. Pp 198.
262. *Johan Häggström*: Teaching systems of linear equations in Sweden and China: What is made possible to learn? Gbg 2008. Pp 252.
263. *Gunilla Granath*: Milda makter! Utvecklingssamtal och loggböcker som disciplinerings tekniker. Gbg 2008. Pp 214.
264. *Karin Grahn*: Flickor och pojkar i idrottens läromedel. Konstruktioner av genus i ungdomsträna utbildningen. Gbg 2008. Pp 234.
265. *Per-Olof Bentley*: Mathematics Teachers and Their Conceptual Models. A New Field of Research. Gbg 2008. Pp 315.
266. *Susanne Gustavsson*: Motstånd och mening. Innebörd i blivande lärares seminarier samtal. Gbg 2008. Pp 206.
267. *Anita Mattsson*: Flexibel utbildning i praktiken. En fallstudie av pedagogiska processer i en distansutbildning med en öppen design för samarbetslärande. Gbg 2008. Pp 240.
268. *Anette Emilson*: Det önskvärda barnet. Fostran uttryckt i vardagliga kommunikationshandlingar mellan lärare och barn i förskolan. Gbg 2008. Pp 208.
269. *Alli Klapp Lekholm*: Grades and grade assignment: effects of student and school characteristics. Gbg 2008. Pp 184.
270. *Elisabeth Björklund*: Att erövra litteracitet. Små barns kommunikativa möten med berättande, bilder, text och tecken i förskolan. Gbg 2008. Pp 277.
271. *Eva Nyberg*: Om livets kontinuitet. Undervisning och lärande om växters och djurs livscyklar - en fallstudie i årskurs 5. Gbg 2008. Pp 260.

Subscriptions to the series and orders for single volumes should be addressed to:  
ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS, Box 222, SE-405 30 Göteborg,  
Sweden.

ISBN 978-91-7346-640-0