

Berit Kurten-Finnäs

Det var intressant, man måste tänka så mycket

Öppna laborationer och V-diagram i kemiundervisningen





Berit Kurtén-Finnäs

Född i Tammerfors 1955

Studentexamen, Åbo Svenska Samlyceum 1973

Filosofiemagister i kemi, biokemi, fysik och matematik – Naturvetenskapliga fakulteten vid Åbo Akademi, 1982

Läroarbetsutbildning, Pedagogiska fakulteten vid Åbo Akademi, 1983

Interimistisk lektor i matematik, fysik och kemi vid Kumlinge högstadieskola, läsåret 1979-1980

Timlärare i fysikalisk kemi vid institutionen för fysikalisk kemi vid ÅA, 1980-1981

T.f. Assistent i fysikalisk kemi vid institutionen för fysikalisk kemi vid ÅA, 1981

Lektor i matematik, fysik och kemi vid Skärgårdshavets högstadieskola, 1983-1987

Lektor i matematik, fysik och kemi vid Högstadiet i Petalax, 1987-1995

Äldre lektor i matematik fysik och kemi vid Gymnasiet i Petalax, 1995-1996

Verksamhetsledare vid Kemididaktiskt Resurscentrum, Pedagogiska fakulteten vid Åbo Akademi, 1996-

Doktorand i kemins didaktik, 2005-

Medarbetare i projektet Resurscenter för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan, 2007-

Läromedelsförfattare

Pärmbild: Jens Finnäs

Pärm: Tove Ahlbäck

Åbo Akademis förlag

Biskopsgatan 13, FIN-20500 ÅBO, Finland

Tel. int. +358-2-215 3292

Fax int. +358-2-215 4490

E-post: forlaget@abo.fi

<http://www.abo.fi/stiftelsen/forlag/>

Distribution: **Oy Tibo-Trading Ab**

PB 33, FIN-21601 PARGAS, Finland

Tel. int. +358-2-454 9200

Fax int. +358-2-454 9220

E-post: tibo@tibo.net

<http://www.tibo.net>

DET VAR INTRESSANT,
MAN MÅSTE TÄNKA SÅ MYCKET

Det var intressant, man måste tänka så mycket

Öppna laborationer och V-diagram i
kemiundervisningen

Berit Kurtén-Finnäs

ÅBO 2008

ÅBO AKADEMIS FÖRLAG - ÅBO AKADEMI UNIVERSITY PRESS

CIP Cataloguing in Publication

Kurtén-Finnäs, Berit

Det var intressant, man måste tänka så
mycket: öppna laborationer och V-diagram i
kemiundervisningen / Berit Kurtén-Finnäs. –
Åbo: Åbo Akademi förlag, 2008.
Diss.: Åbo Akademi. – Summary.
ISBN 978-951-765-443-2

ISBN 978-951-765-443-2

ISBN 978-951-765-444-9

(digital)

Oy Arkmedia Ab

Vasa 2008

Abstrakt

Syftet med detta forskningsprojekt har dels varit att bidra till utvecklandet av det laborativa arbetet inom kemiundervisningen, och mera specifikt att studera en implementering av öppna laborationer i kombination med V-diagram inom den grundläggande utbildningen i Finland. I undersökningen har elever i årskurs 7 arbetat med öppna laborationer i kombination med V-diagram i kemi. Som forskningsansats har designforskning använts. I studien har såväl kvalitativa som kvantitativa metoder för insamling av data utnyttjats, såsom enkäter, inspelningar i klass och intervjuer. Förutsättningar för öppna laborationer i kemiundervisningen har undersökts med hjälp av en lärarenkät.

Eleverna som deltog i projektet fick under sin första kemikurs i årskurs 7 arbeta med fyra öppna laborationer i kombination med en förenklad form av V-diagram. De öppna laborationerna introducerades av klassens lärare och formulerades som problem eller utmaningar som eleverna gemensamt i sina laborationsgrupper skulle lösa. Elevgrupperna planerade sin laboration med hjälp av ett V-diagram och genomförde därefter laborationen enligt gruppens egen plan. Klassen som deltog i undersökningen bestod av 21 elever. En jämförelsegrupp har använts för att säkerställa att undersökningsgruppen inte i något väsentligt avseende var avvikande från andra elevklasser i motsvarande ålder, samt för att studera om förändringar i uppfattningar och attityder hos eleverna var generella eller specifika för undersökningsgruppens elever.

Implementeringen av de öppna laborationerna med V-diagrammen har studerats ur ett mångdimensionellt perspektiv, där de enskilda eleverna, laborationsgrupperna samt läraren varit i fokus. I undersökningen har elevernas uppfattningar om sitt lärande, samt affektiva dimensioner av lärandet såsom självuppfattningar, attityder och motivation med fokus på intresse, studerats.

Resultaten från undersökningen visar att arbetet med öppna laborationer tillsammans med V-diagram för många elever inverkade positivt på deras intresse för kemi och på deras självuppfattning i kemi. Då eleverna i grupp arbetade med problemlösningen vid de öppna laborationerna fick de möjlighet att utveckla sin egen förståelse för problemet och för de aktuella begreppen, i dialogen med andra elever och med läraren. De öppna laborationerna utgjorde tillfällen då elevernas alternativa uppfattningar kom till uttryck. Elever som nått längre i sin egen förståelse fick möjlighet att hjälpa andra i sin grupp. Många elever upplevde tänkandet som utmärkande för de öppna laborationerna och som någonting positivt. En stor del av

eleverna ansåg det värdefullt att de själva fått bestämma hur de skall gå tillväga vid laborationen. V-diagrammen bidrog till en förståelse såväl i samband med planeringen av laborationerna som efteråt i samband med provläsning. Öppna laborationer kan tillsammans med V-diagram bidra till att eleverna utvecklar meningsfull kunskap i kemi i samband med dessa laborationer.

För några elever var de öppna laborationerna problematiska genom att de kände sig osäkra då de inte fick klara instruktioner. En elev med negativ självuppfattning kan ha svårt att uppnå sin egen potential p.g.a. denna osäkerhet. De öppna laborationerna gav möjlighet till lärande i grupp, men ställde samtidigt stora krav på gruppen och var känsliga för grupprelaterade problem.

För läraren i försöket innebar arbetet med öppna laborationer och V-diagram nya insikter ifråga om den egna undervisningen och om eleverna och deras lärande. Vid de öppna laborationerna samverkade eleverna mer än vid traditionella laborationer. Läraren hade vid de öppna laborationerna mera rollen av en handledare och ett bollplank än den styrandes roll. Samtidigt fungerade hon som en representant för det naturvetenskapliga samfundet och strävade efter att ge eleverna tillgång till teori och begrepp som de behövde för att kunna förstå och genomföra sina undersökningar.

Studien visar att användningen av öppna laborationer inte är speciellt utbredd bland lärare inom den grundläggande utbildningen. Lärare som ställer sig negativa till öppna laborationer motiverar detta med att det saknas tid för denna typ av laborationer i undervisningen, att eleverna inte klarar av dem eller att lärarna själva saknar kunskap och beredskap.

Nyckelord:

öppna laborationer, V-diagram, meningsfullt lärande, affektivt lärande, uppfattningar, självuppfattning, attityder, motivation, intresse, självtilltro, kemiundervisning, designforskning

Förord

Vi vet sällan på förhand vart livet kommer att föra oss. Under mina år som lärare i bl.a. kemi i grundskolan och gymnasiet hade jag inte kunnat föreställa mig att jag en dag skulle skriva en doktorsavhandling. Jag känner dock en stor tacksamhet över de möjligheter som under årens lopp getts mig att få gå vidare och utvecklas bl.a. på det kemididaktiska ämnesområdet, där denna avhandling utgör ett steg i denna utvecklingsprocess.

Arbetet med en doktorsavhandling är som att åka berg- och dalbana, perioder med långa uppförsbackar avbryts av snabba utförsåkningsar då arbetet flyter. Detta arbete är ensamt och stödet från omgivningen är därför mycket viktigt. Jag vill i första hand tacka min handledare Ole Björkqvist för det stöd han gett mig, och för att han alltid varit positiv och tillmötesgående, också då jag i slutskedet bombarderade honom med långa texter som jag hoppades att han snabbt skulle läsa igenom.

Förutsättningen för min undersökning var att någon lärare var beredd att medverka i forsknings- och utvecklingsprojektet. ”Maja” möjliggjorde projektet och har varit av avgörande betydelse för genomförandet. Tack för att du ställde upp! Jag har lärt mig mycket. Ett tack till eleverna i klassen som var villiga att ”utsättas” för projektet och att ha en extra iakttagare under kemilektionerna. Tack även till de lärare som lät sina elever besvara elevenkäten, vilket gav en större bredd åt resultaten. Tack till alla de lärare som gav sig tid att besvara lärarenkäten, vilket gjorde det möjligt att även få in ett bredare lärarperspektiv i avhandlingen.

Tack till mina förhandsgranskare, prof. Maja Ahte och prof. Helge Strömdahl, som båda har kommit med konstruktiva förbättringsförslag. Mina kolleger inom ämnes- och forskargruppen vid PF har varit betydelsefulla. Ann-Sofi Røj-Lindberg, som ”ödessyster”, Göran Bernas, som alltid har varit positiv till mitt forskningsarbete, Ann-Sofi Härmälä-Braskén, som möjliggjort detta arbete genom att hon skött kemiundervisningen vid PF medan jag arbetat som doktorand, Lars Burman, som alltid ställt upp på mina seminarier, Lisen Häggblom, som så ofta kommit med uppmuntrande frågor i kafferummet samt Tom Lillas och Bertil Eklund, som vardera kämpat på med sina avhandlingsprojekt. Tack för att ni har ställt upp med väsentliga frågor och kommit med konstruktiva idéer vid ett antal. Ann-Sofi Loo har hjälpt mig genom att föra över elevernas enkätsvar till SPSS; tack för det. Min goda

vän Eva Sjöström har hjälpt mig med språkliga frågeställningar och har uppmuntrat mig då jag befunnit mig i berg- och dalbanans uppforsbackar. Tack även till Barbro Wiik som har gjort en sista språkgranskning. Ytterligare vill jag tacka Ria Heilä-Ylikallio som gett mig tips om värdefull referenslitteratur, samt Gun Åbacka som villigt ställt upp med tips och råd då diverse praktiska frågor hopat sig innan avhandlingen kunnat komma ”på pränt”.

Laila Bjurström vid Söderströms förlag, och mina författarkolleger Ove Molander, Stefan Röj och Sanna Vuori, har i arbetet med läromedlet Oktetten alla har varit öppna för mina idéer och villiga att ta med såväl öppna laborationer som V-diagram i arbetsböckerna. Detta har varit ett stöd för mig även i mitt avhandlingsarbete. Tack till er alla!

Jag känner mig privilegierad då jag tack vare tjänsten som doktorand har fått möjlighet att ägna mig åt avhandlingsarbetet utan att behöva bekymra mig över varifrån jag skall söka pengar för att kunna genomföra projektet. Jag är också glad över det stipendium jag fått från Waldemar von Frenckells stiftelse, vilket bidrog till att förbättra de ekonomiska förutsättningarna för avhandlingsarbetet.

Sist, men inte minst, vill jag tacka min familj, Fjalar, Jens, Jenny och Ida för deras stöd. Min man Fjalar har varit min ”största” kritiker och har speciellt i slutskedet drivit på projektet genom att med ”friska kritiska ögon” läsa mitt manuskript och komma med konstruktiv kritik. Avhandlingen blev ett centralt tema i vårt hem under några månader, vilket ”drabbade” Ida, som blev tvungen att höra våra diskussioner vid ett antal middagsbord. Ida har också hjälpt mig med en del transkriberingsarbete. Jens har fotograferat och skisserat upp pärmen. Tack för er hjälp och ert tålamod!

Malax den 23 september 2008

Berit Kurtén-Finnäs

Innehåll

1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	1
1.1.1. Kemins särart – kemins tre nivåer	2
1.1.2. Aktuella utvecklingstrender i kemiundervisningen ..	3
1.1.3. Laborationen i kemiundervisningen	6
1.1.4. Min egen bakgrund	8
1.2. Avhandlingens syfte och allmänna frågeställningar	10
1.3. Forskningsansats	12
1.4. Avhandlingens struktur	13
2. Designforskning som forskningsansats	16
3. Öppna laborationer	21
3.1. Öppna laborationer och problemlösning	22
3.2. Öppna laborationer och elevens lärande	25
3.3. Öppna laborationer och gruppen	30
3.4. Öppna laborationer och läraren	34
3.4.1. Lärarens roll i ett socialkonstruktivistiskt perspektiv	34
3.4.2. Lärarens tilltro till sin egen förmåga	38
3.4.3. Lärarens och den öppna laborationen	39
4. Meningsfullt lärande och V-diagram	43
4.1. Meningsfullt lärande	43
4.2. V-diagram – ett verktyg vid problemlösning	45
5. Affektiva dimensioner av lärandet.....	52
5.1. Uppfattningar	53
5.2. Självuppfattning	54
5.3. Attityder	59
5.4. Motivation	61
5.4.1. Motivation och intresse	62
5.4.2. Motivation och mål för lärandet	65
5.4.3. Motivation enligt förväntning–värde-teori	66
6. Metoder och genomförande	68
6.1. Forskningens specifika frågeställningar	68
6.2. Undersökningens uppläggning och datainsamling	69
6.3. Bakgrundsanalys och val	71
6.3.1. Läraren i försöket	71

6.3.2. Klassen i försöket	73
6.3.3. Bakgrundsanalys av elevernas skoltrivsel, självuppfattning, attityder och förväntningar	73
6.3.4. Förutsättningar för öppna laborationer – ett lärarperspektiv	75
6.4. Designen av undervisningsmaterial och valet av metoder för insamling av data	76
6.4.1. De öppna laborationerna i undersökningen	76
6.4.2. Designen av V-diagram	79
6.5. Implementeringen och forskningen i klassen	79
6.5.1. Implementeringen av öppna laborationer och V- diagram i undervisningen	79
6.5.2. Insamlingen av data under och efter implementeringen	81
6.6. Sammanställning över insamlade data	82
6.7. Resultat, analys och validering	84
6.7.1. Principer för resultatpresentationen	84
6.7.2. Användningen av några grundläggande begrepp vid analysen	86
6.7.3. Principer för analysen	87
6.8. Principer för valideringen av utvecklingsforskningen i denna avhandling	89
7. Bakgrundsanalys: Eleverna i försöket	92
7.1. Elevernas skoltrivsel	93
7.2. Elevernas självuppfattning	94
7.2.1. Elevernas akademiska självuppfattning	95
7.2.2. Elevernas fysiska och sociala självuppfattning	97
7.2.3. Elevernas självuppfattning i matematik och biologi	98
7.3. Elevernas uppfattningar om matematik och biologi och deras attityder till dessa ämnen	100
7.4. Elevernas förväntningar på kemi och uppfattningar om experiment	101
7.5. Elevernas attityder till kemi och till experiment	104
7.6. Sammanfattning	105
8. Bakgrundsanalys: Lärarna och laborationen i undervisningen ..	106
8.1. Användning av laborationer i grundskolans kemiundervisning	106
8.2. Förutsättningarna för öppna laborationer i kemiundervisningen utgående från lärarnas uppfattningar	112

8.2.1.	Lärares uppfattningar om syftet med laborationer i kemiundervisningen	112
8.2.2.	Lärares uppfattningar om öppna laborationer och deras attityder till dem	114
8.2.3.	Lärares uppfattningar om elevernas förhållningssätt till öppna laborationer	116
8.2.4.	Faktorer som påverkar lärarnas självförtroende	117
8.2.5.	Sammanfattning	120
9.	Resultat: De öppna laborationerna och eleverna	123
9.1.	Elevernas skoltrivsel	124
9.2.	Elevernas uppfattningar om experimentens funktion i kemiundervisningen	124
9.3.	Elevernas uppfattningar om nyttan av laborationer och kemi	126
9.4.	Elevernas uppfattningar om laborationerna och tänkandet	128
9.5.	Elevernas attityder till laborationer	131
9.6.	Elevernas uppfattningar om öppna laborationer och deras attityder till dem	133
9.7.	Elevernas intresse för kemi efter kemikursen	136
9.8.	Elevernas självuppfattning efter kemikursen	139
9.8.1.	Elevernas sociala självuppfattning	139
9.8.2.	Elevernas fysiska självuppfattning	141
9.8.3.	Elevernas akademiska självuppfattning	141
9.8.4.	Elevernas självuppfattning i kemi	142
9.8.5.	Elevernas självuppfattning i kemi jämfört med matematik och biologi	146
9.9.	De öppna laborationerna och den enskilda eleven – några typfall	146
9.9.1.	Sven – en elev med svaga skolprestationer	147
9.9.2.	Johnny – en osäker elev med goda skolprestationer	149
9.9.3.	Olivia – en högpresterande och aktiv elev	152
9.9.4.	Mattias – en elev med positiv självuppfattning	155
10.	Resultat: Den öppna laborationen och gruppen	157
10.1.	Gruppernas fokusering och uthållighet samt replikfördelningen i grupperna	157
10.2.	Gruppernas diskussioner vid planeringen av de öppna laborationerna	164
10.2.1.	Delad förståelse genom diskussionen i gruppen	164

10.2.2. Elevernas användning av vardagskunskaper i problemlösningen	170
10.2.3. Öppna laborationer och elevernas alternativa uppfattningar	173
10.3. Elevernas uppfattningar om arbetet i grupp vid kemilaborationerna	174
11. Resultat: De öppna laborationerna och läraren	178
12. Resultat: V-diagrammet och de öppna laborationerna	185
12.1. Användningen av V-diagram vid de öppna laborationerna	185
12.2. Uppfattningar om V-diagram och attityder till dem efter kemikursen	188
13. Analys och validering	195
13.1. Forskningsfrågor och deras inramning	195
13.2. Öppna laborationer med V-diagram och elevernas förståelse i kemi	197
13.2.1. Elevernas uppfattningar om lärandet	197
13.2.2. Elevernas lärande – lärandets ”vad?”	198
13.2.3. Elevernas lärande – lärandets ”hur?”	199
13.2.4. V-diagram och elevernas lärande	203
13.2.5. Problem med förståelse	204
13.3. Öppna laborationer med V-diagram och elevernas attityder och intresse	206
13.3.1. Uppkomsten av ett situationsbundet intresse	207
13.3.2. Elevernas intresse för kemi efter kemikursen	210
13.3.3. Elevernas attityder till V-diagram	213
13.4. Öppna laborationer och elevernas självuppfattning .	214
13.4.1. Förståelse och självuppfattning	215
13.4.2. Utmaningar och självuppfattning	216
13.4.3. Självuppfattning i kemi och annan självuppfattning	218
13.5. Läraren och de öppna laborationerna	220
13.5.1. Lärarens självtilltro	221
13.5.2. Lärarens uppfattningar om undervisning och lärande	222
13.5.3. Lärarens roll vid de öppna laborationerna	223
13.5.4. Lärarens uppfattning om eleverna och deras roll vid de öppna laborationerna	226
13.6. Validering	227

14. Diskussion	232
14.1. Sammanfattande reflektioner	232
14.2. Utvecklingsbehov	236
14.3. Implikationer för fortsatt forskning	237
Summary	239
Referenser	246
Bilagor	265

Figurer

1.1	<i>Kemins nivåer</i>	3
1.2	<i>Kemins tetraedrisk representation – en ny betoning av den mänskliga kontexten</i>	4
1.3	<i>Avhandlingens struktur samt innehållet i undersökningens sex olika faser</i>	14
3.1	<i>Modell för problemlösning i laboratoriet</i>	27
3.2	<i>Faktorer som påverkar elevens prestation vid en öppen laboration</i>	28
3.3	<i>Modell över sambandet mellan lärarens uppfattningar och kommunikationen i klassen samt lärarens och elevernas roller</i>	36
4.1	<i>Modell över hur tankar, känslor och handling kombineras för att skapa betydelse av erfarenheter</i>	44
4.2	<i>V-diagrammets grafiska uppbyggnad</i>	47
4.3	<i>Gowins kunskaps-V</i>	48
5.1	<i>Självuppfattningens hierarkiska och mångdimensionella struktur</i>	58
5.2	<i>En uppdelning av den akademiska självuppfattningen i en verbal och en matematisk faktor</i>	59
6.1	<i>Metoder för datainsamlingen under undersökningens olika faser</i>	70
8.1	<i>Användningen av olika gruppstorlekar vid laborationer</i>	108
8.2	<i>Olika sätt att introducera laborationer</i>	108
8.3	<i>Genomförandet av laborationer</i>	109
8.4	<i>Förekomsten av gemensam diskussion efter laborationerna samt av laborationsrapporter</i>	110
8.5	<i>Användningen av olika källor till laborationer</i>	111
10.1	<i>Replikfördelningen i grupp SKS vid planeringen av laboration ”Separation av sand och salt”</i>	161
10.2	<i>Replikfördelningen i tre av grupperna vid planeringen av laborationen ”Kalkning av försurad mark”</i>	161
10.3	<i>Replikfördelningen i tre av grupperna vid planeringen av laborationen ”Massans konservering”</i>	162
10.4	<i>Replikfördelningen i tre av grupperna vid planeringen av laborationen ”Bästa teet”</i>	162
10.5	<i>Resultatdelen i V-diagram från elev i grupp MOL vid laborationen ”Bästa teet”</i>	171
10.6	<i>Resultatdelen i V-diagram från elev i grupp SKS vid laborationen ”Bästa teet”</i>	172

12.1	<i>Elevernas uppfattningar om V-diagrammens betydelse för förståelsen (totalt 11 pojkar och 10 flickor).....</i>	188
12.2	<i>Elevernas uppfattningar den skriftliga planeringens betydelse för lärandet (11 pojkar och 10 flickor).....</i>	189
12.3	<i>Provfråga med anknytning till V-diagram och öppna laborationer.....</i>	191
12.4	<i>Elevernas uppfattningar om laborationsrapporten (V-diagrammen) efter kursen</i>	193
13.1	<i>Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 1</i>	196
13.2	<i>Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 2</i>	206
13.3	<i>Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 3</i>	214
13.4	<i>Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 4</i>	220

Tabeller

2.1	<i>Riktlinjer för designforskning</i>	20
3.1	<i>Beskrivning av olika laborationstyper utgående från antalet frihetsgrader.....</i>	23
6.1	<i>Översikt över datainsamlingen. Informanter och typ av information</i>	83
7.1	<i>Elevernas skoltrivsel före kemikursen</i>	93
7.2	<i>Elevernas akademiska självuppfattning</i>	96
7.3	<i>Elevernas fysiska och sociala självuppfattning</i>	97
7.4	<i>Elevernas självuppfattning i matematik och biologi</i>	99
7.5	<i>Elevernas uppfattningar om matematik och biologi samt deras attityder till dessa ämnen</i>	100
7.6	<i>Elevernas uppfattningar om kemi och experiment</i>	102
7.7	<i>Sambandet mellan elevernas självuppfattning i matematik och deras förväntningar på sin förmåga i kemi</i>	103
7.8	<i>Sambandet mellan elevernas självuppfattning i skolan och deras förväntningar på sin förmåga i kemi</i>	103
7.9	<i>Elevernas attityder till kemi och experiment</i>	105
8.1	<i>Uppskattad andel av lektionstid i kemi som upptas av laborationer.....</i>	107
8.2	<i>Lärarnas motiveringar till att formulera om en laboration</i>	111

8.3	<i>Lärarnas motiveringar till att de inte kan tänka sig att undervisa kemi utan laborationer</i>	113
8.4	<i>Lärarnas motiveringar till att de kan tänka sig att använda öppna laborationer i sin undervisning</i>	115
8.5	<i>Lärarnas motiveringar till att de inte kan tänka sig att använda öppna laborationer i sin undervisning</i>	115
8.6	<i>Sambandet mellan lärarnas beredskap att använda öppna laborationer och deras uppfattningar om elevernas förmåga att genomföra öppna laborationer</i>	117
8.7	<i>Lärarnas uppfattning om utrustningsnivån för kemiundervisningen</i>	118
8.8	<i>Antalet elever i klassen under kemilektionerna</i>	118
8.9	<i>Lärarnas studier i kemi och deras beredskap för öppna laborationer</i>	119
9.1	<i>Elevernas skoltrivsel före och efter kemikursen</i>	124
9.2	<i>Elevernas uppfattningar efter kemikursen om varför man gör experiment i kemiundervisningen</i>	125
9.3	<i>Elevernas uppfattningar efter kemikursen om nyttan av kemi och laborationerna</i>	126
9.4	<i>Elevernas uppfattning före och efter kemikursen om vikten av att kunna kemi</i>	128
9.5	<i>Elevernas uppfattningar om laborationer och tänkandet efter kemikursen</i>	129
9.6	<i>Elevernas självutvärdering efter tre av de öppna laborationerna. Frågor som berörde laborationens genomförande</i>	130
9.7	<i>Elevernas självutvärdering efter de öppna laborationerna. Frågor som berörde begrepp</i>	131
9.8	<i>Elevernas attityder till experiment och laborationer före och efter kemikursen</i>	132
9.9	<i>Elevernas attityder till laborationer som kräver planering och tänkande</i>	135
9.10	<i>Elevernas intresse för kemi efter kemikursen</i>	137
9.11	<i>Elevernas sociala självuppfattning före och efter kursen</i>	140
9.12	<i>Elevernas fysiska självuppfattning före och efter kursen</i>	141
9.13	<i>Elevernas akademiska självuppfattning före och efter kursen</i>	142
9.14	<i>Elevernas självuppfattning i kemi efter kemikursen</i>	143
9.15	<i>Sambandet mellan elevernas uppfattning om sin egen förståelse och deras självuppfattning i kemi</i>	144

9.16	<i>Sambandet mellan elevernas uppfattning om sin egen förståelse då de laborerar och deras självuppfattning i kemi</i>	144
9.17	<i>Elevernas uppfattningar om sitt lärande vid laborationerna</i>	145
9.18	<i>Svens självuppfattning före och efter kemikursen</i>	148
9.19	<i>Svens sociala självuppfattning före och efter kemikursen</i>	148
9.20	<i>Johnnys självuppfattning före och efter kemikursen</i>	150
9.21	<i>Johnnys sociala självuppfattning före och efter kemikursen</i>	151
9.22	<i>Olivias självuppfattning före och efter kemikursen</i>	152
9.23	<i>Olivias sociala självuppfattning före och efter kemikursen</i>	153
9.24	<i>Mattias självuppfattning före och efter kemikursen</i>	155
9.25	<i>Mattias sociala självuppfattning före och efter kemikursen</i>	156
10.1	<i>Tid och antal repliker som berörde uppgiften under planeringsfasen</i>	159
10.2	<i>Tid och antal repliker som berörde uppgiften under den praktiska fasen</i>	160
10.3	<i>Asymmetriska respektive symmetriska grupper vid arbetet med de öppna laborationerna</i>	163
10.4	<i>Elevernas uppfattningar om gruppen efter kemikursen ...</i>	175
11.1	<i>Elevernas självutvärdering av sitt lärande efter laborationen "Massans konservering"</i>	182
11.2	<i>Elevernas självutvärdering av sin förståelse efter laborationen "Massans konservering"</i>	182
12.1	<i>Elevernas uppfattningar om nyttan av V-diagram</i>	190
12.2	<i>Elevernas uppfattningar om problem med V-diagram ...</i>	191
12.3	<i>Poängfördelning av elevsvaren i provfråga med anknytning till V-diagram och öppna laborationer.....</i>	192
12.4	<i>Elevernas uppfattningar om och attityder till V-diagram efter kursen</i>	194

Bilagor

1	<i>Frågor i elevenkät före kemikursen</i>	265
2	<i>Frågor i elevenkät efter kemikursen</i>	267
3	<i>Sammanställning av elevsvar från enkät före kemikursen</i>	269
4	<i>Sammanställning av elevsvar från enkät efter kemikursen</i>	272
5	<i>Elevenkät 1. Minimi- och maximisvarsandelar för de enskilda svarsalternativen i jämförelsegruppens skolor...</i>	276
6	<i>Elevenkät 2. Minimi- och maximisvarsandelar för de enskilda svarsalternativen i jämförelsegruppens skolor...</i>	278
7	<i>Självutvärderingsblankett</i>	281
8	<i>V-diagram som användes vid de öppna laborationerna</i>	282
9	<i>Lärarenkät</i>	283

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Undervisning i naturvetenskap och därmed även i kemi är i dag en självklar del av läroplanen inom den grundläggande utbildningen i Finland. Naturvetenskapen är en del av vårt kulturarv och undervisningen tjäna därför ett allmänbildande syfte. I det moderna komplexa samhället behöver varje medborgare kunskaper i naturvetenskap för att bemästra vardagslivet, samtidigt som dessa kunskaper utgör en grund för fortsatta studier (Sjøberg, 2005, s. 163). För att den enskilda medborgaren skall kunna ta ansvar i den demokratiska processen bör han eller hon ha naturvetenskapliga kunskaper. Varje samhällsmedborgare behöver kunna ställa kritiska frågor och söka efter pålitliga svar. Elevernas förmåga att ställa frågor och söka svar bör därför ses som en viktig komponent i deras naturvetenskapliga kunnande (Hofstein & al., 2005). Men endast den som är intresserad ställer kritiska frågor och, framför allt, bemödar sig om att söka svar på sina frågor. Intresse och positiva attityder bör därför ses som väsentliga mål för den naturvetenskapliga undervisningen. Att lära sig naturvetenskap handlar om mer än att komma ihåg viktiga begrepp; det handlar om utmaningar, överraskningar, glädje och hemligheter (Alsop, 2005a, s. 4). Brist på intresse för naturvetenskap ses i dag på många håll som ett allt större problem. Sjøberg (2005, s. 356) lyfter fram behovet av utrymme för elevernas egna idéer inom ramen för den naturvetenskapliga undervisningen, för att elevernas intresse skall utvecklas i mer positiv riktning. Torn (2004) har sett betydelsen av elevernas attityder till kemi och fokuserar i sin doktorsavhandling "Kemia on kivaa" (Kemi är roligt) på affektiva aspekter av elevernas uppfattningar om kemi och kemiundervisningen.

Enligt *Grunderna för läroplan för den grundläggande utbildningen* i Finland (Utbildningsstyrelsen, 2004, s. 192) syftar undervisningen i kemi till att "vidga elevens kunskaper i kemi och i den kemiska kunskapens natur och

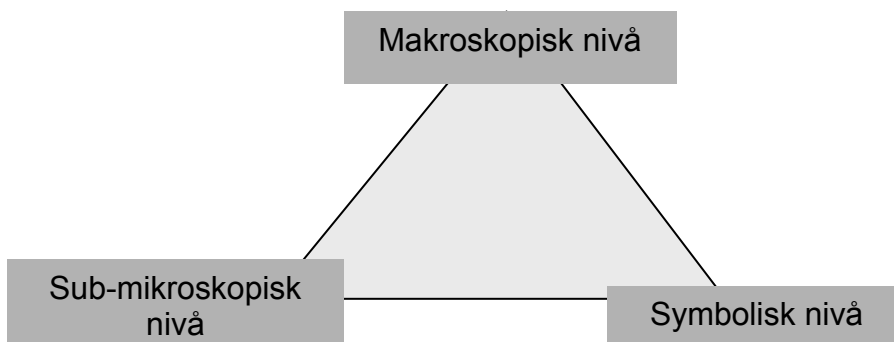
att lära eleven tänka naturvetenskapligt, skaffa information och använda kunskaperna i olika livssituationer”. Enligt läroplansgrunderna skall undervisningen hjälpa eleven ”att förstå kemins och teknologins betydelse i vardagslivet, omgivningen och samhället”. Hodson (1993) lyfter fram tre huvudaspekter på målen för den naturvetenskapliga undervisningen. För det första skall eleverna *lära sig naturvetenskap* (learn science), d.v.s. de skall utveckla sina begreppsliga och teoretiska kunskaper. För det andra skall eleverna *lära sig om naturvetenskap* (learn about science), de skall utveckla en förståelse för naturvetenskapens särart och för de metoder som används för att få fram ny kunskap inom naturvetenskap. Slutligen skall eleverna lära sig att *arbeta naturvetenskapligt* (do science), de skall utveckla sin förmåga att göra naturvetenskapliga undersökningar. I undersökningarna får de möjlighet att tillämpa naturvetenskapliga metoder och procedurer samt att använda sina teoretiska kunskaper för att lösa problem, samtidigt som de ställs inför utmaningar som kan ge dem upplevelser av spänning och glädje. Sjøberg (2005; s. 157–159) gör en likartad uppdelning då han delar upp vikten av en naturvetenskaplig allmänbildning i tre olika dimensioner, naturvetenskapens *produkter*, d.v.s. dess idéer, begrepp, lagar och teorier, naturvetenskapen som *samhällsinstitution*, med vilket han avser naturvetenskapens betydelse för dagens samhälle, samt slutligen naturvetenskapens *processer*, vilket innebär kunskap om metoder och arbetssätt i naturvetenskap.

1.1.1 Kemins särart – kemins tre nivåer

Kemi handlar om ämnen, deras uppbyggnad, egenskaper och reaktioner. I skolans laboratorium experimenterar man med olika substanser, man blandar ämnen med varandra, man låter dem reagera och gör samtidigt iakttagelser. Dessa iakttagelser görs på kemins makronivå, d.v.s. den nivå av kemin som är tillgänglig för iakttagelser med våra sinnen. Men kemin är en komplex vetenskap. För att förstå det som sker på makronivå måste man söka förklaringar på mikronivå, d.v.s. i det som sker på atomär nivå.

Johnstone (1991) synliggör kemins olika representationsnivåer med hjälp av en triangel (figur 1.1), där triangelns hörn representerar de olika nivåerna, den makroskopiska nivån, den (sub)mikroskopiska nivån samt den symboliska nivån. Kemi på makronivå är den kemi vi kan uppfatta med våra sinnen.

Den (sub)mikroskopiska nivån utgörs av beskrivningar på partikelnivå, den atomära och molekylära nivån, d.v.s. den nivå där förklaringarna till makronivån söks. Den tredje och sista nivån utgörs av det kemiska symbolspråket, med vars hjälp man beskriver ämnen och kemiska reaktioner med kemiska symboler (Ringnes & Hannisdal, 2000, s. 37). Olika typer av modelleringar finns också på denna symboliska nivå.



Figur 1.1. Kemins nivåer (Johnstone, 1991).

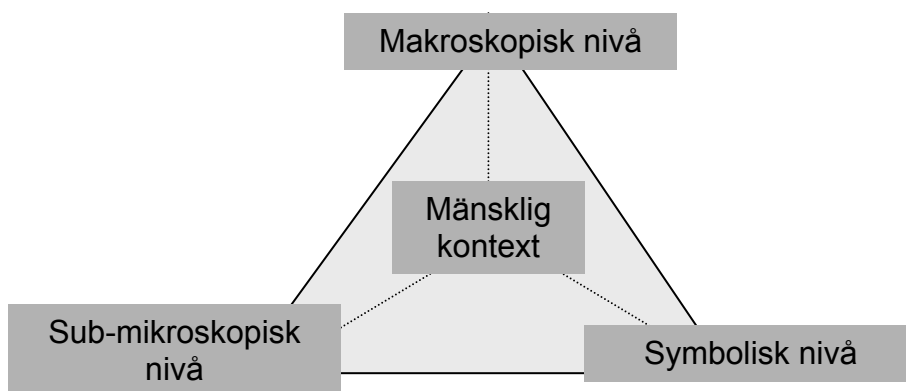
Uppbyggnaden av undervisningen i kemi har traditionellt, såsom den framställs i flertalet läroböcker för olika skolstadier, haft sin utgångspunkt i mikronivån, i atomen och dess uppbyggnad och i den kemiska bindningen, se t.ex. *Atomos 8 för högstadiet* (Levävaara & al., 2003), *Katalys 1* (Kanerva, Karkela & Valste, 1995) för gymnasiet och *Chemistry* (Zumdahl & Zumdahl, 2000) för universitet.

Det finns i dag en mängd forskning som visar på elevernas svårigheter att förstå skillnaderna mellan de olika nivåerna (se t.ex. De Jong & Taber, 2007, s. 632–635). Elever överför t.ex. makroskopiska egenskaper på enskilda partiklar eller förstår inte sambandet mellan en kemisk reaktionslikhet och den mikronivå den beskriver.

1.1.2 Aktuella utvecklingstrender i kemiundervisningen

Under de senaste årtiondena har innehållet och uppbyggnaden i kemiundervisningen på olika stadier varit föremål för kritiska diskussioner på olika håll

i världen. Kemin har av många elever upplevts som svår och irrelevant (Lazonby, Nicolson & Waddington, 1992) och undervisningen har inte gett dem de grundkunskaper i kemi som de skulle behöva i sitt dagliga liv (Bennett & al., 2005). Mahaffy (2004) har föreslagit att kemins triangel skall utvidgas till en tetraeder, där tetraederns fjärde hörn representeras av kemins förankring i människans vardag och verklighet (figur 1.2). Med detta tillägg i grafen vill han lyfta fram vikten av att kemiundervisningen förankras i vardagen, något som han ser som väsentligt med tanke på den brist på förståelse för kemins betydelse i vardagslivet som är vanlig i vårt samhälle.



Figur 1.2. Kemins tetraedriska representation – en ny betoning av den mänskliga kontexten. (Mahaffy, 2004).

Missnöjet med en kemiundervisning vars innehåll ligger långt från elevernas intresseområden, och som saknar en förankring i samhället och den moderna teknologin, har lett till utvecklandet av nya läromedel i kemi, där utgångspunkten är fenomen i vardagen och världen omkring eleverna, s.k. kontextuella läromedel (Bennett & Lubben, 2006). I denna typ av undervisningsmaterial introduceras de kemiska begreppen och kemin på mikroskopisk nivå då de behövs för att eleverna skall kunna bygga upp en förståelse för fenomenen. Den bärande tanken bakom denna uppläggning i läromedlen är att eleverna kan uppnå en bättre förståelse för den värld de lever i och dess koppling till kemi genom att kemin används för att förklara vardagliga fenomen. Eleverna kommer därmed att ha bättre förutsättningar för att kunna värdesätta kemin och dess betydelse för deras eget liv (Campbell & al., 1994).

På 1980-talet utkom de första s.k. Salters-läromedlen, bl.a. *Chemistry: the Salters approach* (Hill & al., 1989), ett kontextuellt undervisningsmaterial i kemi för elever i åldern 14–16 år där utgångspunkten är kemin i vardagen. Materialet utvecklades från början med tanke på kemiundervisningen i England och Wales men har senare spritts även till andra länder. Salters kemi utvecklades i början av 1990-talet till att omfatta material även på gymnasienivå, *Chemical Storylines* (Burton, & al., 1992). Vid utvecklandet av Salters läromedel strävade man efter att täcka läroplanens krav på kemiinnehåll, men med en utgångspunkt i vardagsfenomen (Bennett, 2003, s. 105). Kemin introduceras enligt principen ”behöver veta” (Bennett & Lubben, 2006), d.v.s. teorin introducerades för att förklara fenomen i verkligheten, i stället för att utgöra startpunkten, som i bästa fall belystes med exempel ur verkligheten. Andra exempel på kontextrelaterade läromedel i kemi är *Chemistry in Context* (Schwartz & al., 1997) och *ChemCom* (Stanitski, 1988) som båda utgavs av American Chemical Society. I Sverige utkom år 2000 *Kemi A. Temaboken* (Engström, & al., 2000), ett läromedel för gymnasiets kemiundervisning med utgångspunkt i Salters kemi.

Forskning kring lärares attityder till en kemiundervisning som utgår från kemin i vardagen, visar att lärare i allmänhet uppfattar den kontextbaserade undervisningen som mera motiverande såväl för lärarna som för eleverna. Lärarna uppfattar också eleverna som mer motiverade för fortsatta studier i kemi jämfört med elever som undervisats mera konventionellt (Bennett & al., 2005). De lärare som följt den traditionella uppbyggnaden av kemiundervisningen ansåg dock, enligt en undersökning av Bennett, att eleverna som undervisats utgående från en vardagskontext utvecklar en sämre begreppslig förståelse. Detta motsägs av Ramsden (1997) som i en undersökning visar att elever som undervisats enligt en kontextuell uppbyggnad av kemiundervisningen utvecklat sin förståelse för kemi och kemiska begrepp lika bra som elever som undervisats enligt en traditionell uppbyggnad. Gutwill-Wise (2001) visar t.o.m. att förstaårsstuderande i en kontextbaserad kemikurs uppvisar större förståelse i kemi än studerande som genomgått motsvarande konventionella kemikurs. Eleverna som undervisats kontextbaserat visade även positivare attityder till kemi än elever som undervisats konventionellt (Ramsden, 1997).

1.1.3 Laborationen i kemiundervisningen

Laborationer utgör i många länder en självklar del av undervisningen i kemi och många lärare har svårt att tänka sig att undervisa i kemi eller i annan naturvetenskap utan att laborationer ingår (Bennett, 2003, s. 74; Wickman, 2002, s. 97). I Finland har experimenten betonats inom kemi- och fysikundervisningen ända sedan grundskolan infördes i början av 1970-talet (Lampiselkä, Savinainen, Viiri, 2007, s. 195). I *Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2004* (Utbildningsstyrelsen, 2004) utgår man från att undervisningen i kemi i årskurserna 7–9 skall bygga på "...ett undersökande arbetssätt, där utgångspunkten är observationer och undersökningar av ämnen och fenomen i omgivningen". Vidare anges att "det undersökande arbetssättet skall hjälpa eleverna att arbeta med händerna, genomföra experiment och arbeta i grupp". Det laborativa arbetssättet lyfts fram som den undervisningsform som kemiundervisningen skall utgå från. Enligt en undersökning gjord av Aksela & Juvonen (1999) använder majoriteten av de lärare som ingick i deras undersökning laborationer i sin kemiundervisning. Flera undersökningar visar också att eleverna i allmänhet uppskattar att laborera, speciellt på grundskolnivå (se t.ex. Hofstein, Ben Zvi & Samuel, 1976; Gardner & Gauld, 1990; Hofstein & Lunetta, 2004).

I länder där laborationer inom den naturvetenskapliga undervisningen har en lång och stark tradition har det under de senaste årtiondena pågått en livlig debatt om laborationens roll och om dess effektivitet i undervisningen. Laborationerna har kritiserats för att de främst används för att motivera eleverna (Roth, 2006, s. 51), samtidigt som deras inverkan på elevernas kognitiva utveckling starkt har ifrågasatts (se t.ex. Hodson, 1993; Hodson 1996; Lazarowitz & Tamir, 1994; Wellington, 1998; Jenkins, 1998). Laborationerna har försvarats med uttrycket "jag gör och jag förstår". Rosalind Driver (1985, s. 9) formulerade dock om denna sentens i sin bok *The pupil as a scientist* på följande sätt: "I do and I am even more confused". Driver framhöll att det inte räcker med att eleverna konfronteras med fenomen i praktiken utan de behöver samtidigt vägledning i att koppla samman sina erfarenheter med ett nytt sätt att se på dem. För många elever förblir kemilaborationerna, i den utformning de har i undervisningen och i många läroböcker, fenomen eller lösryckta observationer som de i bästa fall minns i

form av episoder (White, 1988, s. 31), utan att de egentligen ser och förstår kopplingen mellan det som behandlats i teorin och de iakttagelser de gjort (Watson, 2000, s. 65).

Kritiken mot laborationer inom den naturvetenskapliga undervisningen har resulterat i forskning, konferenser och i ett flertal böcker på området (t.ex. Kempa, 1986; Hegarty-Hazel, 1990; Woolnough, 1991; Gott & Duggan, 1995; Roth, 1995; Wellington, 1998; Leach & Paulsen, 1999; Psillos & Niedderer, 2002). Forskningen speglar olika aspekter av det laborativa arbetet såsom exempelvis laborationernas uppläggning, syftet med laborationer, laborationernas inverkan på elevernas förståelse för kemi, vilka färdigheter eleverna utvecklar i samband med laborationerna samt utvärderingen av det laborativa arbetet.

Laborationerna i läroböcker och arbetsböcker är ofta formulerade som ”recept” som eleverna skall följa steg för steg (Tamir, 1991, s.18). Detta gäller även för laborationerna i finländska läromedel (Kurtén-Finnäs, 2000). I och med att undervisningsmaterialets utformning i hög grad bestämmer undervisningens utformning, enligt Tamir, innebär detta i praktiken att de laborationer eleverna utför i allmänhet är s.k. kokbokslaborationer. Laborationen handlar i sådana fall ofta mer om att hantera utrustning än om tänkandet och utvecklandet av den egna förståelsen för kemi (Lunetta, 1998, s. 250).

Syftet med laborationer har varit föremål för forskarnas diskussioner. Watson (2000, s. 57) lyfter fram frågeställningen ”lär sig eleverna av laborationerna?” och påpekar att frågan helt enkelt är fel ställd, frågan måste formuleras utgående från den enskilda laborationens syfte. Laborationerna bör utformas så att de tjänar ett specifikt inlärningssyfte och valet av laborationsaktivitet är beroende av detta syfte (Gott & Duggan, 1995, s. 21). Hodson (1993) uttrycker det så, att det första steget i att planera en pedagogiskt mer genomtänkt och effektiv naturvetenskaplig undervisning är att klargöra syftet med varje enskild lektion och därefter välja aktiviteter utgående från lektionens syfte. T.ex. en aktivitet vars primära syfte är att eleverna skall utveckla sin begreppsliga förståelse måste skilja sig i utformning från en vars syfte är att eleverna skall utveckla sin förmåga att själva göra en undersök-

ning. Att genomföra undersökningar kan, enligt Hodson, vara en metod genom vilken eleverna lär sig såväl naturvetenskap och *om* naturvetenskap.

Millar & al. (2002, s. 9–20) har genomfört ett grundligt arbete för att skapa analys-scheman av det laborativa arbetet i syfte att skapa ett hjälpmedel för att åstadkomma effektivare undervisning i laboratoriet. Effektivitet kan, enligt dessa författare, innebära i vilken grad elevernas aktiviteter motsvarar lärarens intentioner eller i vilken grad elevernas lärande motsvarar de mål som uppställts för deras lärande. Schemat har använts för att identifiera likheter och olikheter i det praktiska arbetet mellan olika skolor eller olika skolstadier men kan även användas för att granska och utveckla laborations-aktiviteterna i en undervisningssekvens och därmed skapa balans mellan olika typer av aktiviteter. Det är viktigt att läraren klargör för sig själv, men även för eleverna, vilket syftet är med en enskild laboration. Många lärare skulle säkert säga att laborationerna finns med i undervisningen för att naturvetenskapen är praktisk till sin natur, men det är viktigt för läraren att klargöra den enskilda laborationens verkliga syfte för att han¹ skall kunna utforma aktiviteterna på ett lämpligt sätt (Millar, 1998, s. 16).

1.1.4 Min egen bakgrund

År 1983 utexaminerades jag som ämneslärare i kemi, matematik och fysik. Kemi utgör huvudämnet i min examen. Fram till år 1996 verkade jag som lärare i matematik, kemi och fysik, dels i grundskolans högstadium (årskurs 7–9), dels i gymnasiet. År 1996 valdes jag till verksamhetsledare vid det nystartade Kemididaktiska resurscentret (KDRC) vid Lärarutbildningen vid Pedagogiska fakulteten vid Åbo Akademi i Vasa och har sedan dess fungerat som dess verksamhetsledare. KDRC är ett resurscentrum vars uppgift är att stöda kemilärarna i Svenskfinland, samt att bidra med undervisningsmaterial och idéer med tanke på utvecklandet av kemiundervisningen. Som verksamhetsledare har jag varit centrets enda anställda. Arbetet vid KDRC har gett mig tid och möjlighet att fördjupa mig i kemiundervisningens uppläggning och innehåll, samt i didaktiska frågeställningar, bl.a. genom att jag inom

¹ I denna avhandling använder jag "hon" då jag syftar på en ospecificerad elev och på motsvarande sätt "han" för läraren, i syfte att göra texten mer läsvänlig. Även för "individ" och "den lärande" använder jag pronomenet "hon".

ramen för denna tjänst undervisat såväl i kemi som i kemins didaktik för lärarstudier vid lärarutbildningen, men också tack vara den fortbildningsverksamhet som utgjort en väsentlig del av mitt arbete. Detta arbete har även medfört att jag kunnat fördjupa mig i den kemididaktiska forskningen, vilket resulterat i ett fördjupat intresse för didaktiska frågeställningar med anknytning till kemiundervisningen.

Laborationerna i kemiundervisningen har under hela min verksamma tid som lärare och lärarutbildare varit föremål för mitt intresse. Som lärare har jag upplevt att majoriteten av eleverna tycker om att laborera. Man får ofta frågan ”ska vi göra något experiment i dag?” av någon förväntansfull elev i början av kemilektionen. Jag har därför sett laborationerna som en viktig motivationsfaktor inom kemiundervisningen. Samtidigt har jag med tiden allt mer börjat reflektera över laborationernas funktion med tanke på elevernas lärande. En egen tankeställare fick jag då min son, efter att ha avlagt fyra kurser i kemi i gymnasiet, gav uttryck för sin uppfattning om kemilaborationer ungefär på följande sätt: ”man blandar nu ihop några ämnen och ser vilken färg det blir”. Då jag fördjupat mig i laborationsbeskrivningarna i några läroböcker (Kurtén-Finnäs, 2000) har jag kunnat konstatera att förväntningarna på lärande i samband med laborationerna är lågt ställda. Läroböckerna innehåller rikligt med laborationer, men laborationerna är i allmänhet ”recept” där eleverna skall följa klara beskrivningar och syftet är att de skall göra någon enkel observation eller träna en laborativ basfärdighet. Men inte heller detta förväntas eleverna egentligen lära sig. Då en metod som presenterats i ett avsnitt, behövs i ett senare skede beskrivs metoden på nytt, d.v.s. eleverna förväntades inte ha lärt sig metoden. Dessa iakttagelser ledde mig i ett första skede till att utveckla och utarbeta laborativa utvärderingsuppgifter och senare till att utveckla och utarbeta s.k. öppna laborationer för kemiundervisningen (se Kurtén-Finnäs & Björkqvist, 1998). I de s.k. V-diagrammen (se närmare kap. 4.2), utvecklade av Gowin (Novak & Gowin, 1984), såg jag ett verktyg som i kombination med öppna laborationer (se kap. 3) kunde stöda eleverna i deras förståelse för laborationen och för laborationens teoretiska förankring. Mitt utvecklingsarbete gällande laborationerna i kemiundervisningen utgör grunden för mitt forskningsintresse och vidare utgångspunkten för denna avhandling.

Mitt arbete vid Kemididaktiskt Resurscentrum har även gett mig möjlighet att medverka i produktionen av ett nytt finlandssvenskt läromedel i kemi för årskurserna 7–9 inom den grundläggande utbildningen (Kurtén-Finnäs, Molander, Røj & Vuori, 2003; 2004; 2005). I detta läromedel ingår öppna laborationer tillsammans med V-diagram.

1.2 Avhandlingens syfte och allmänna frågeställningar

Avhandlingens grundläggande syfte är för det första att bidra till utvecklandet av det laborativa arbetet i kemiundervisningen inom den grundläggande utbildningen. Utgående från detta syfte har jag, i samråd med den lärare som deltog i utvecklingsprojektet, bearbetat och utvecklat öppna laborationer för undervisningen i kemi i årskurs 7. De öppna laborationerna har i undervisningen inom detta projekt använts tillsammans med en förenklad form av Gowins V-diagram (Novak & Gowin, 1984). Laborationerna har alla haft någon anknytning till elevernas vardagsliv eller till verkligheten utanför klassrummet. Öppna laborationer, som är en form av naturvetenskapliga undersökningar i kemiundervisningen, innebär för eleverna problemlösning i laboratoriet där deras tänkande utmanas (Klopfer, 1990, s. 95–118). V-diagram utgör ett verktyg för tänkandet i samband med laborationerna. Laborationer som innehållsmässigt har en vardagsanknytning kan hjälpa eleverna att förstå kemins betydelse i vardagslivet, vilket är ett av kemiundervisningens grundläggande syften (Utbildningsstyrelsen, 2004, s. 192).

Avhandlingens syfte är för det andra att beskriva implementeringen av de öppna laborationerna och användningen av V-diagram i kemiundervisningen ur ett mångfacetterat perspektiv. Detta innebär att jag undersökt hur arbetet med öppna laborationer och V-diagram påverkat elevernas uppfattningar om sitt eget lärande, och att jag dessutom undersökt affektiva dimensioner av elevernas lärande, såsom deras självuppfattning, uppfattningar, attityder och motivation i form av intresse. Lärandet är ett komplext skeende där kognitiva och affektiva faktorer samverkar (Hodson, 1998, s. 58–73). Kognition och affekt kan inte åtskiljas eller förstås som separata enheter (Alsop, 2005a, s. 3). Genom att eleverna vid arbetet med de öppna laborationerna ställs inför problem som de själva måste lösa i samarbete med sina kamrater kan

laborationerna ge dem upplevelser av att klara av kognitiva utmaningar, vilket kan påverka såväl deras uppfattningar om sig själva och sin egen förmåga, som deras attityder till och intresse för kemi. I min studie ingår även undersökningar relaterade till gruppen och gruppens betydelse med tanke på elevernas lärande i samband med de öppna laborationerna. Ytterligare har jag studerat arbetet med de öppna laborationerna ur ett lärarperspektiv, för att identifiera faktorer hos läraren som var betydelsefulla för arbetet med de öppna laborationerna och V-diagrammen.

Avhandlingens syfte är för det tredje att beskriva förutsättningarna för öppna laborationer i kemiundervisningen utgående från ett lärarperspektiv. Lärarnas uppfattningar styr deras val av aktiviteter. Lärarnas uppfattningar om yttre ramfaktorer påverkar deras val av aktiviteter, men det gör också deras syn på laborationens roll i undervisningen samt deras elevsyn. Genom att undersöka lärarnas användning av laborationer samt lärarnas uppfattningar har jag strävat efter att synliggöra vilka förutsättningarna är för öppna laborationer i kemiundervisningen inom den grundläggande utbildningens högre stadium (årskurs 7–9).

Avhandlingens allmänna frågeställningar behandlar hur arbetet med de öppna laborationerna och V-diagram inverkat på elevernas förståelse i kemi, och på deras uppfattningar om sin egen förståelse, samt på affektiva dimensioner av deras lärande såsom deras självuppfattning, attityder och motivation i form av intresse. Ytterligare behandlas frågor i anslutning till lärarens roll vid öppna laborationer. De övergripande forskningsfrågorna är följande:

1. På vilket sätt hjälpte arbetet med öppna laborationer i kombination med V-diagram eleverna att utveckla sin förståelse i kemi?
2. På vilket sätt inverkade arbetet med öppna laborationer och V-diagram på elevernas attityder och motivation med fokus på intresse?
3. På vilket sätt inverkade arbetet med öppna laborationer på elevernas självuppfattning?
4. Vilken var lärarens roll vid de öppna laborationerna?
5. Vilka är förutsättningarna för öppna laborationer i kemiundervisningen ur ett lärarperspektiv?

1.3 Forskningsansats

Valet av forskningsansats grundar sig på utvecklingsprojektets grundläggande syften. Projektet syftar till att bidra till utvecklingen av den laborativa undervisningen i kemi. Genom att utveckla laborationer där eleverna själva skall planera hur de skall genomföra laborationen kan andra former av laborationer än s.k. kokbokslaborationer få en större spridning i kemiundervisningen. I kombination med V-diagram får eleverna redskap att utveckla sitt eget tänkande och sin förståelse för kemi vid laborationerna. Ett andra syfte med projektet var att granska implementeringen av de öppna laborationerna tillsammans med V-diagram i kemiundervisningen. Genom att det nya undervisningsmaterialet användes och utprövades i verkliga klassrumssituationer, var det möjligt att utvärdera och utveckla materialet under processens gång, utgående från de erfarenheter implementeringen gav. Studier i klass under arbetet med de öppna laborationerna, samt undersökningar av arbetets betydelse för eleverna, var väsentliga med tanke på att utveckla förståelsen för arbetet med öppna laborationer och V-diagram. Genom att implementeringen och studien genomfördes i vanlig klass har verksamma lärare möjlighet att tillgodogöra sig resultaten från denna forskning och, om de är intresserade, utnyttja resultaten för att tillämpa verktygen i sin egna undervisningen.

Mot bakgrunden av ovanstående utgångspunkter valde jag designforskning som forskningsansats. Syftet med designforskningen är såväl vetenskapligt som pedagogiskt (Kelly, 2003). Inom designforskningen (se närmare kap. 2) sker ofta ett samarbete mellan praktiserande lärare och forskare där man stävar efter att skapa meningsfulla förändringar i klassrumsundervisningen och lärandet (The Design-based Research Collective, 2003). Designforskningen består av att forskaren (eventuellt i samarbete med lärare) skapar eller utvecklar nya verktyg för lärandet, samt att forskaren genomför systematiska studier av implementeringen av verktyget i den kontext för vilken detta verktyg utvecklats (Cobb & al., 2003). I designforskningen kan olika variabler undersökas i syfte att utvärdera hur det nya verktyget fungerat vid implementeringen. Sådana variabler kan t.ex. vara elevernas engagemang och samarbetsförmåga eller olika former av lärandevariabler (Collins & al., 2004).

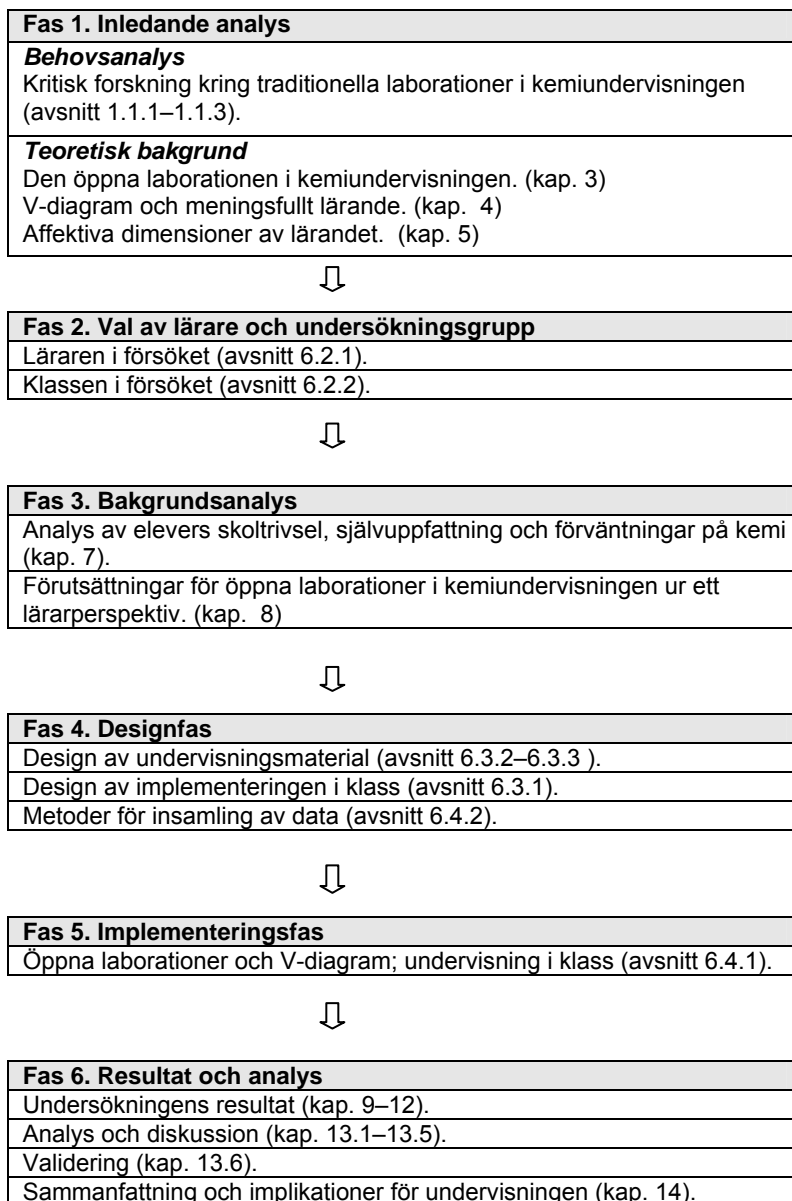
Studiens syften uppfyller kriterierna för designforskning dels genom att den innebär utvecklande och implementering av nya laborativa arbetsätt i klassrumsmiljö, dels genom att det görs en systematisk granskning av detta utvecklingsarbete i syfte att bidra till den vetenskapliga forskningen kring lärandet i samband med laborativt arbete (jfr t.ex. van den Akker, 1999, s. 8). Undersökningen genomfördes i klass under delar av en kemikurs (6 veckor) vilket innebär att den även uppfyller kriterierna för att kallas designbaserad forskning, genom att den sträckte sig över en längre tid och inte enbart under en enskild lektion eller del av lektion (Bell, 2004). Ytterligare granskas i studien förutsättningarna för öppna laborationer ur ett lärarperspektiv. Också detta syfte ligger i enlighet med målen för designforskningen, där samarbetet mellan forskaren och de praktiserande lärarna betonas och lärarens betydelse för det som sker i klassen framhålls (se t.ex. The Design-Based Research Collective, 2003).

I denna avhandling använder jag i huvudsak termen *undersökning* för att beskriva utvecklingsprojektet. Termen syftar då på hela projektet, vilket inbegriper den teoretiska bakgrundsanalysen, utvecklingsarbetet, implementeringen, datainsamlingen samt sammanställningen av resultat och analysen. Ytterligare används termen *undersökning* parallellt med *öppna laborationer*, för att beskriva elevernas eget arbete.

1.4 Avhandlingens struktur

Undersökningen är uppdelad i sex olika faser. Dessa redovisas grafiskt i figur 1.3, ur vilken uppbyggnaden i avhandlingen samtidigt framgår. Den första fasen utgörs av en inledande analys, som består dels av den behovsanalys som presenterats tidigare i detta kapitel, dels av litteraturstudier som beskriver undersökningens teoretiska förankring. Den andra fasen utgörs av de val som gjordes med tanke på implementeringen av de öppna laborationerna och V-diagrammen i undervisningen, d.v.s. valet av lärare och klass. Undersökningens tredje fas består av en bakgrundsanalys av eleverna i undersökningen, med fokus på deras självuppfattning, uppfattningar och attityder som berör bl.a. skolan och förväntningar på kemi innan de påbörjade sin första kemi-

kurs, samt en analys av förutsättningar för öppna laborationer i kemiundervisningen ur ett lärarperspektiv.



Figur 1.3. Avhandlingens struktur samt innehållet i undersökningens sex olika faser.

Den fjärde fasen består dels av designen av undervisningsmaterialet, d.v.s. de öppna laborationerna samt en modifierad form av V-diagram, dels av utformningen av implementeringen i klassen samt ytterligare av valen av metoder för insamling av data under projektet. Implementeringen av öppna laborationer i kombination med V-diagram i klassrumsundervisningen utgör undersökningens femte fas. Denna fas inbegriper såväl det didaktiska genomförandet av de öppna laborationerna, som själva studien av det didaktiska genomförandet under och efter implementeringen. Den sjätte och sista fasen innehåller redovisningen av undersökningsresultaten, samt slutsatser och analys av resultaten och valideringen av undersökningen. Slutligen innehåller denna fas de slutsatser i form av implikationer för undervisningen samt förslag till fortsatt utvecklingsarbete och forskning som undersökningen inspirerat till.

2 Designforskning som forskningsansats

Inom den ämnesdidaktiska forskningen har olika typer av designforskning under det senaste årtiondet fått en allt mera framträdande roll. Klyftan mellan en pedagogisk forskning som studerar lärandet i en klinisk laboratoriemiljö och den pedagogiska verkligheten har skapat behov av forskningsmetoder som studerar problem kopplade till undervisning och lärande i deras verkliga miljö (The Design-Based Research Collective, 2003). Utgående från dessa behov har man skapat forskningsmetoder där forskare i samarbete med praktiserande lärare försöker utveckla nya arbetssätt och metoder i undervisningen, samtidigt som utvecklingsarbetet är utsatt för systematisk granskning. Designforskningen strävar efter att bidra till en utveckling av den pedagogiska praktiken samtidigt som den vill utgöra ett vetenskapligt bidrag inom den pedagogiska forskningen (van den Akker, 1999, s. 8). Syftet är, enligt Cobb & al. (2003), att utveckla teorier för lärandeprocessen, där denna inte utgörs enbart av kognitiva processer utan processen innebär även ett utvecklande av individens sociala färdigheter och av den egna identiteten och det egna intresset.

Designforskning karakteriseras av innovationer inom undervisningen (Cobb & al., 2003) och forskningsdesignen bör, förutom att bestå av någon form av traditionell forskning, även innehålla drag av utvecklingsarbete (Richey & Nelson, 1996, s. 1231). Den pedagogiska designen och implementeringen av denna design kan exempelvis vara en produkt, ett undervisningsmaterial, en specifik procedur, eller ett program (van den Akker, 1999, s. 5).

Designforskning är en term, bland flera nära relaterade termer, för en forskningsansats. Gemensamt för de olika dialekterna av designforskning är att de alla innehåller någon form av undervisningsdesign som skall implementeras och utvecklas i en naturlig lärandemiljö, samt att utfallet studeras genom empirisk forskning. Syftet är att utveckla nya modeller för undervisning och att uppnå en bättre förståelse för lärandet (Tabak, 2004), d.v.s. att

komma med bidrag såväl till den praktiska verkligheten som till den vetenskapliga forskningen kring undervisning och lärande.

Van den Akker & al. (2006) använder termen designforskning som en gemensam benämning på en familj av nära relaterade forskningsansatser, där det dock finns vissa variationer i syften och utmärkande drag. Van den Akker och hans kolleger utgår från Barabs & Squires (2004) definition av designforskning: “a series of approaches, with the intent of producing new theories, artefacts, and practices that account for and potentially impact learning and teaching in naturalistic settings”.

Termen *designexperiment* introducerades 1992 av bl.a. Brown (1992). Hon överförde termer från designvetenskaper, såsom bl.a. utveckling av och forskning kring artificiell intelligens, till utveckling av och forskning inom en pedagogisk miljö. Brown beskriver sin egen utvecklingsforskning så att hon strävar efter att bygga upp innovativa pedagogiska miljöer, samtidigt som hon studerar dessa innovationer i klassrumsmiljön, i motsats till sådan forskning som sker i laboratoriemiljö. Inom media och teknologi har man använt benämningen *utvecklingsforskning* (van den Akker, 1999, s. 4). Utvecklingsforskning har av Seels & Richey (1994, s. 127) definierats som “the systematic study of designing, developing and evaluating instructional programs, processes, and products that must meet the criteria of internal consistency and effectiveness”. Betoningen har varit på en analys av någon artefakt eller en framgångsrik designprocess (Juuti & Lavonen, 2006). Från den franska matematikdidaktiska forskningen härstammar *didaktisk ingenjörskonst* (Artigue & Perrin-Glorian, 1992), även den en typ av designforskning. Namnet på denna forskningsansats kan härledas från att man dragit paralleller mellan det didaktiska arbetet och det arbete en ingenjör utför i ett konstruktionsprojekt. Den didaktiska ingenjörskonsten härstammar från den matematikdidaktiska forskningen men har idag även tillämpningar exempelvis inom fysikdidaktiken (se t.ex. Eklund, 2006).

Designbaserad forskning är en term som används av bl.a. Bell (Bell, 2004; The Design-Based Research Collective, 2003). Bell poängterar att en designbaserad forskning är designforskning som karakteriseras av implementeringar som sträcker sig över en längre tid (dagar, veckor eller månader).

I denna avhandling använder jag termerna designforskning och designbaserad forskning parallellt.

Styrkan i designforskningen ligger enligt Shavelson & al. (2003) i att man med en sådan forskningsansats kan testa teorier i en praktisk verklighet. I samarbete med praktiserande lärare konstrueras ny kunskap, i konfrontation med vardagens problem i klassrummet utvecklar man nya undervisningsmetoder och i försöken att fånga in det specifika i den praktiska situationen strävar man till att utveckla och förfina teorin. Utvecklingsarbetet är således sammanflätat med arbetet att utveckla nya teorier.

En utmaning för designforskningen är att kunna karakterisera den komplexitet som ligger bakom designen på ett sätt som gör den användbar och värdefull för andra. Detta kräver att man förstår, inte bara det speciella som händer i den egna forskningskontexten, utan att man också kan visa relevansen av sina resultat i en annan kontext (Barab & Squire, 2004). Värdet av designforskningen kan således mätas i dess möjligheter att förbättra den pedagogiska praktiken. Cobb & al. (2003) använder metaforen *lärandets ekologi* för att poängtera att kontexten för designen består av ett komplext interaktivt system som inbegriper ett stort antal element av olika typer och på olika nivåer, och inte bara av en rad oberoende faktorer, som påverkar lärandet. I designforskningen utgör kontexten kärnan i berättelsen och inte en extra variabel som skall trivialiseras (Barab & Squire, 2004).

Metodologiskt bör designforskningen, enligt Richey & Nelson (1996, s. 1231-1232) innehålla följande moment. För det första bör det finnas en klar definition av forskningsproblemet där forskningsfrågor snarare än hypoteser styr forskningen, eller det kan t.o.m. förhålla sig så att forskningens mål kan fungera som substitut för såväl hypoteser som forskningsfrågor. För det andra bör forskningen omfatta en litteraturstudie där fokus ligger på de variabler som aktualiseras inom forskningen. För det tredje bör själva forskningsproceduren beskrivas ingående. Beskrivningen av forskningsproceduren inbegriper de val av forskningsobjekt forskaren gjort, där den enhet som forskaren valt att studera kan vara forskningsprojektet som helhet, men analysen kan också exempelvis inrikta sig på enskilda elever i projektet. Den designbaserade forskningen karakteriseras ofta av cykliska processer

bestående av design, antaganden, analys och ny design (The Design-based Research Collective, 2003). Detta kräver att forskaren systematiskt studerar och analyserar det som sker exempelvis i klassen i samband med ett experiment. På grund av den komplexa forskningssituationen är det viktigt att identifiera och beskriva de element som är i fokus för undersökningen och att särskilja dem från bakgrundsfaktorer. Designen har såväl en framåtblickande som en reflektiv aspekt (Cobb & al. 2003). För det fjärde bör presentationen av den designbaserade forskningen innehålla en resultatdel och en slutsatsdel. Forskningen bör leda till kommunicerbara resultat som visar på relevanta implikationer för praktiserande lärare, men också för andra forskare (The Design-based Research Collective, 2003). De teorier som utvecklas i processen är vanligen enkla och anspråkslösa men bör vara praktiskt fungerande (Cobb & al. 2003). För forskaren gäller det att kunna förstå och beskriva det som händer i den speciella forskningskontexten och att visa på relevansen av resultaten i en annan kontext (Barab & Squire, 2004).

Collins, Joseph & Bielaczyc (2004) ger mera detaljerade riktlinjer för genomförandet av en designforskning (tabell 2.1). Listan utgör en översikt över faktorer som *kan* beaktas, men skall inte uppfattas som ett metoddokument där forskaren förväntas gå igenom varje moment i sin forskning.

Varje design är unik och det är därför viktigt att forskaren identifierar och klargör kritiska element i sin design. Taba (2004) lyfter fram vikten av att utveckla förståelsen för själva designen för att undvika att forskarens förhandsuppfattningar och förutfattade meningar påverkar resultaten. Enligt Taba kan designen sägas bestå av två dimensioner som kompletterar varandra, en exogen och en endogen. Den exogena designen hänför sig till sådant som gäller undervisningsmaterialet, aktivitetsstrukturer eller undervisningsstrategier som utvecklats i samband med forskningen. Den exogena designen speglar närmast forskarens ”röst”. Den endogena designen speglar faktorer som är en del av den lokala uppläggnings, den praxis som råder i skolan eller klassen. Den enskilda läraren har sitt sätt att undervisa, sin relation till eleverna och eleverna utgör också aktiva delar i ett klassrumssamspel. Interaktionen mellan lärare och elev utgör därför en del av den endogena designen i processen inom designforskningen.

Tabell 2.1. Riktlinjer för designforskning (Collins & al., 2004).

Guidelines for carrying out design research

Implementing a design	Identify the critical elements of the design and how they interact Characterize how each was addressed in the implementation
Modifying a design	If elements of a design are not working, modify the design Each modification starts a new design Characterize the critical elements for each phase Describe the reasons for making the modification
Multiple ways of analyzing the design	Cognitive Resources Interpersonal Group or classroom School or institution
Measuring dependent variables	Climate variables (e.g. engagement, cooperation and risk taking) Learning variables (e.g. dispositions, metacognitive, and learning strategies) System variables (e.g. ease of adoption, sustainability, spread)
Measuring independent variables	Setting Nature of learners Technical support Financial support Professional development Implementation path
Reporting on design research	Goals and elements of the design Settings where implemented Description of each phase Outcomes found Lessons learned Multimedia documentation

3 Öppna laborationer

Människan lär sig genom att hon själv konstruerar ny kunskap (Tobin & Tippins, 1993, s. 3-9). Genom att använda det hon kan och vet från tidigare försöker hon skapa en betydelse i nya erfarenheter. Hon är själv subjekt i sin lärandeprocess, inte ett objekt som passivt mottar kunskap som överförs av andra, t.ex. av lärare. Men lärandet sker inte i ett socialt vakuum. Språket och kulturen påverkar hennes lärande. Att lära sig naturvetenskap innebär att man invigs i en naturvetenskaplig kultur, där man får tillgång till begrepp, teorier och modeller som naturvetenskapen representerar (Driver & al., 1994, s. 6). Lärandet har även en social komponent. För att kunskapen skall vara gångbar bör den fungera i en social kontext (Tobin & Tippin, 1993, s. 5-7). Elevens förståelse kan utvecklas i dialogen mellan klasskamraterna och i dialogen med läraren.

Ur ett socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärandet har laborationerna en betydligt viktigare funktion i kemiundervisningen än att eleverna skall lära sig praktiska färdigheter, eller att de skall öva sig i att göra observationer, eller att de skall få en teori bekräftad genom att iaktta ett fenomen i praktiken. Laborationerna skall utgöra tillfällen där tanke och handling möts (Gunstone & Champagne, 1990, s. 179) eller som Berry & al. (1999) uttrycker det, laborationerna borde vara tankeuppgifter som skall lösas med hjälp av laborativ utrustning. Laborationerna är väsentliga moment i utvecklandet av en förståelse för naturvetenskapen i sig (Wheatley, 1991). Lärandet förutsätter en mental aktivitet från individens sida. Det är därför viktigt att laborationerna utformas på ett sätt som leder till att eleverna engagerar sig kognitivt (Shiland, 1999). Laborationerna bör uppmuntra eleverna till att formulera sina egna uppfattningar så att dessa kan konfronteras med andra uppfattningar och med de naturvetenskapligt accepterade uppfattningarna (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007, s. 405). Om laborationer formuleras som problem som skall lösas av eleverna, kan de utgöra tillfällen där elevernas tänkande utmanas och där eleverna samtidigt får en viss egen kontroll över

sina aktiviteter. Elever värdesätter utmaningar förutsatt att de är på rätt nivå, inte för svåra, så att de inte förstår, men inte heller för lätta så att de direkt vet svaret på dem (Hodson, 1993; Hackling & Fairbrother, 1996).

Millar och Driver (1987) framhåller att undervisningen i naturvetenskap bör ske i en kontext som intresserar eleverna och som engagerar såväl huvud som hand, och som kan erbjuda eleverna strategier att utveckla sin egen förståelse av naturvetenskapliga begrepp med utgångspunkt i deras egen baskunskap. Kontexten vi lär oss i påverkar hur vi konstruerar vår kunskap. Att utveckla sin förståelse för naturvetenskapliga begrepp kan för en elev vara betydligt enklare om dessa begrepp kan kopplas till hennes egna intressen (Carr & al., 1994, s. 149). Då en elev får arbeta med ett problem som hon upplever som meningsfullt och som hon kan koppla till sina egna erfarenheter, kan hon utveckla sin naturvetenskapliga förståelse i diskussionen med de andra i klassen eller i gruppen (Lunetta, 1998, s. 252).

Lärandet har även en affektiv dimension. Elevens känslor gentemot det hon konfronteras med i undervisningen påverkar hennes lärande (Carr & al., 1994, s. 149). Positiva attityder kan sammankopplas med aktiviteter där eleverna är engagerade och involverade (Simon, 2000, s. 111).

3.1 Öppna laborationer och problemlösning

Öppna laborationer i den naturvetenskapliga undervisningen representerar ett holistiskt synsätt på laborationerna. Eleverna skall få utveckla sin förmåga att arbeta naturvetenskapligt (Hodson, 1993), d.v.s. de skall få möjlighet att engagera sig i naturvetenskapliga undersökningar och arbeta med problemlösning i laboratoriet. Problemlösning sammankopplas vanligen i matematik och naturvetenskap med uppgifter som skall lösas med ”papper och penna” (Gott & Duggan 1995, s. 41). En problemuppgift bör, enligt Gott & Mashiter (1991, s. 58), vara sådan att eleverna inte direkt vet svaret eller har en rutin för hur de skall hitta svaret. Watts & Gilbert (1989) identifierar en annan typ av problemlösning som de kallar ”dåligt definierade problem” (ill-defined problems), där material och information till eleverna ges endast i grova drag. Denna typ av problemuppgift kan vara praktisk till sin natur, och syftar till att

göra naturvetenskapen mera relevant med tanke på elevernas egen vardag, och till att ge eleverna möjligheter att tillämpa sina kunskaper. Gott & Duggan (1995, s. 21) använder också termen *undersökningar* (investigations) som de definierar som en speciell form av problemlösning där lösningen till problemet inte är uppenbar och där eleverna i laboratoriet i varierande grad får arbeta självständigt.

I litteraturen finner man ett antal olika begrepp som kan relateras till öppna laborationer, t.ex. *öppna undersökningar* (open investigations) (Hacklin & Fairbrother, 1996), *lärande genom forskning* (inquiry learning) (Anderson, 2002), eller *laboratoriebaserade undersökningar* (laboratory-based investigations) (Garnett, Garnett & Hacklin, 1995). Anderson (2002) gör en uppdelning av några av dessa begrepp. Enligt Anderson refererar begreppet *vetenskaplig forskning* (scientific inquiry) till vetenskapsmännens sätt att arbeta för att konstruera ny kunskap om naturen, medan *lärande genom forskning* (inquiry learning) syftar på de lärandeprocesser där eleven är involverad i en forskningsinriktad aktivitet. Dessa processer borde reflektera vetenskapsmännens sätt att arbeta. *Forskningsinriktad undervisning* (inquiry teaching) beskriver han som en undervisning i naturvetenskap där eleverna arbetar med autentiska frågor utgående från sina egna erfarenhetsområden.

Tabell 3.1. Beskrivning av olika laborationstyper utgående från antalet frihetsgrader (i Hegarty-Hazel, 1990, s. 375).

Frihetsgrader (nivå)	Problem	Material	Procedur	Svar
0	Givet	Givet	Given	Givet
1	Givet	Givet	Given	Öppet
2 (A)	Givet	Givet eller delvis öppet	Öppen eller delvis given	Öppet
2 (B)	Givet	Öppet	Öppen	Öppet
3	Öppet	Öppet	Öppen	Öppet

En öppen laboration definieras utgående från antalet frihetsgrader i laborationen (se t.ex. Hegarty-Hazel, 1990, s. 375). I en laboration med noll frihetsgrader är såväl problem som procedur och svar givna, medan svaret i en laboration med en frihetsgrad är okänt (tabell 3.1). I laborationer med två frihetsgrader är problemet givet, medan svaret är öppet och på nivåerna A

och B är materialet respektive proceduren mer eller mindre öppna, d.v.s. eleverna skall själva fundera ut hur de skall gå tillväga eller vilken utrustning de behöver för att lösa problemet. Laborationer där eleverna själva skall välja och formulera problemet, samt vidare bestämma hur de skall gå tillväga för att finna ett svar på sitt problem, klassificeras som laborationer med tre frihetsgrader. I den här avhandlingen använder jag termen *öppen laboration* för en laboration med två eller tre frihetsgrader. Termen *undersökning* används parallellt med öppen laboration.

Lunetta (1998, s. 255) lyfter fram fyra olika faser som utmärker en öppen laboration eller undersökning. Den första är planerings- och designfasen, där eleverna formulerar frågor, formulerar hypoteser och planerar undersökningen. Den andra fasen är den verkställande fasen, då eleverna genomför sin undersökning, och den tredje är den analyserande och tolkande fasen, då eleverna organiserar sina data. Den fjärde och sista fasen är den tillämpande fasen, då eleverna tillämpar sina nya kunskaper på nya situationer, men då de också kan formulera nya hypoteser och lyfta fram nya frågor som uppkommit under deras undersökning. Enligt Garnett & al. (1995) är det planeringsfasen och uppgiftens problemlösande karaktär som framför allt skiljer en undersökning från en traditionell skollaboration. Watson (2000, s. 62) framhåller att också om en undersökning innehåller en planeringsfas, en verkställande fas och en analys- samt en tolkningsfas måste inte alla moment ingå i varje undersökning och graden av självständighet kan variera inom de olika momenten.

Utmärkande för arbetet med öppna laborationer är, enligt Tamir (1991, s. 17), 1) att läraren är mindre styrande och mer stödande, 2) att det sker mera planering i klassen, 3) att tonvikten ligger mera på processen i naturvetenskap, d.v.s. på det naturvetenskapliga arbetssättet, 4) att det sker mera diskussion i klassen också efter den praktiska fasen och 5) att eleverna själva är aktivare och initierar flera egna idéer. Eleverna får använda sin fantasi och sin egen kreativitet då de skall designa sin undersökning. Fokus ligger inte på att komma till ett specifikt resultat utan på processen att designa, välja metod och utrustning samt välja hur de skall redovisa sina resultat, färdigheter som eleverna har nytta av i livet oberoende av kommande yrkesval (Driver, 1985, s. 82). Eleverna får träna sig i rationellt tänkande, vilket kan öka deras tilltro

till den egna förmågan och därmed stärka deras självuppfattning. Fokuseringen på själva processen i laborationen speglar ett naturvetenskapligt arbetssätt (Woolnough, 1991, s. 186).

Den öppna laborationen handlar om att lösa problem i laboratoriet. Det finns viktiga tillvägagångssätt som eleverna kan utveckla sin förståelse för, då de arbetar probleminriktat och genomför egna undersökningar. Sådana metoder är t.ex. att identifiera och kontrollera oberoende och beroende variabler, besluta om kvantiteter, besluta om antalet mätningar och mätpunkter och välja lämpliga metoder för att presentera sina data (Gott & Mashiter, 1991, s. 58). Millar (1991, s. 51) framhåller att metoder för hur man genomför en undersökning både kan och bör undervisas.

Öppna laborationer skall inte förväxlas med den form av laborativt arbete som går under benämningen *discovery learning* (Pekmez, Johnson & Gott, 2005). Enligt Hodson (1996) innebär *discovery learning* att eleverna förväntas lära sig naturvetenskap genom att göra iakttagelser och på egen hand upptäcka samband. Laborationerna ses som en metod för att lära sig faktakunskap eller data. Dessa data anses vara ”rena” och oberoende av elevernas förhandsuppfattningar. I den öppna laborationen är fokus däremot på det naturvetenskapliga arbetssättet. Eleverna skall använda och tillämpa sina kunskaper för att undersöka fenomen och för att lösa problem (Hodson, 1993). Då eleverna engagerar sig i problemlösning i laboratoriet kan deras begreppsliga förståelse utvecklas parallellt.

3.2 Öppna laborationer och elevens lärande

Forskning visar att elever i allmänhet klarar sig dåligt då de ställs inför uppgiften att själva planera en undersökning i laboratoriet (Garnet & al., 1995). Elevernas förmåga att analysera problem, att formulera forskningsfrågor och att planera hur de skall gå tillväga för att lösa ett problem är bristfällig. Detta är naturligt om man betänker att de laborationer eleverna i allmänhet kommer i kontakt med inte inbegriper att eleverna själva skall planera sitt arbete. Traditionellt har all planering gjorts på förhand av läraren. Séré (2002) framhåller betydelsen av detta första steg och att eleverna har mycket att lära

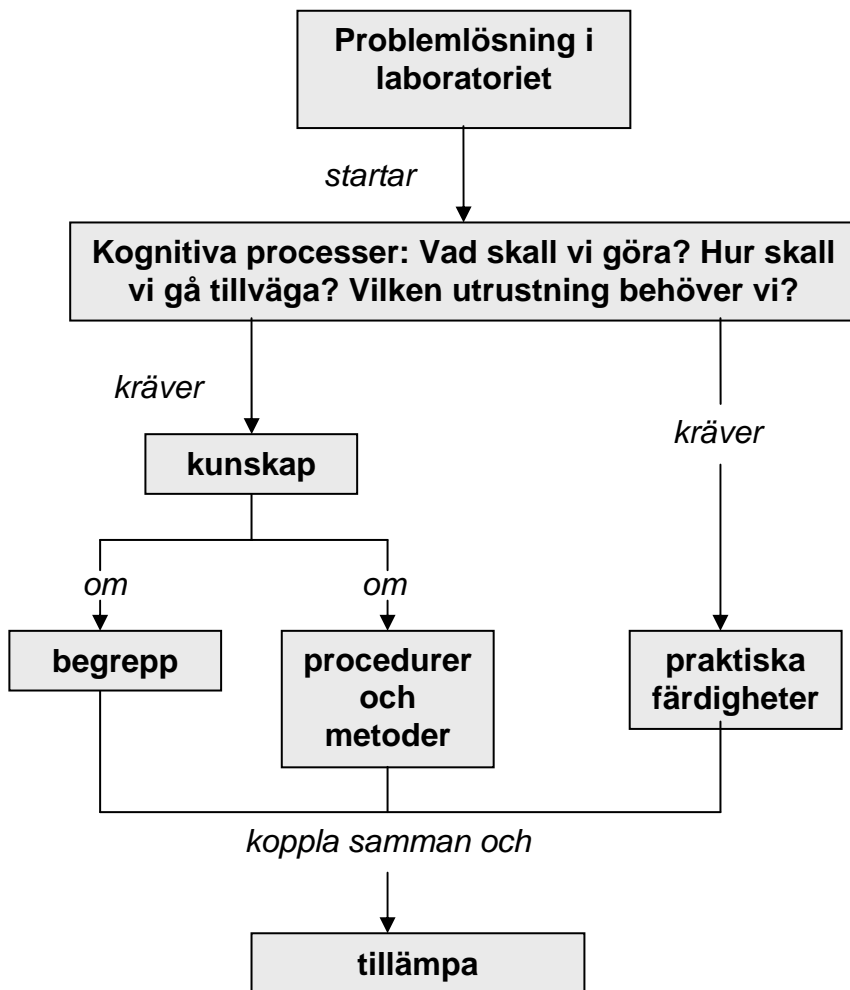
sig av själva planeringen av en laboration. Elevernas kan utveckla och förbättra sin förmåga att själva planera, att ställa hypoteser och att genomföra undersökningar samt att tolka data om de får arbeta med öppna laborationer, som förutsätter eget tänkande (Roth & Roychoudhury, 1993).

Då eleverna genomför undersökningar som de själva planerar får de använda sin begreppsliga kunskap och sin kunskap om hur man genomför en undersökning (Duggan & Gott, 1995). Då eleverna planerar sin undersökning kan dessa kunskaper samverka och utvecklas i den kognitiva processen (Gott & Duggan, 1995, s. 27, Millar & Driver, 1987). Teorin har en dubbelroll: dels utgör den en bakgrund för de frågor som man söker svar på och utgör därmed en styrande faktor i undersökningen, dels är det i teorin som eleverna skall hitta förklaringarna till sina resultat (Hodson, 1993).

En modell för problemlösning i laboratoriet har tidigare utvecklats av mig (se Kurtén-Finnäs, 2001) utgående från en modell av Gott & Duggan (1995, s. 25). Enligt denna modell (figur 3.1) innebär problemlösning i laboratoriet att eleverna, för att lösa problemen, måste aktivera och använda sina tidigare kunskaper. Detta innefattar såväl deras begreppsliga kunskap som deras kunskaper om hur man gör en undersökning och om laborativa metoder, t.ex. metoder för att bestämma pH-värden, hur man titrerar eller hur man gör en indunstning. Samtidigt innebär problemlösningen att deras praktiska färdigheter behövs för att laborationen skall kunna genomföras. Då eleverna ställs inför ett problem som de själva skall lösa, och de därmed måste aktivera sina tidigare kunskaper, skapas förutsättningar för att de skall utveckla ny meningsfull kunskap (Glynn & Duit, 1995, s. 13).

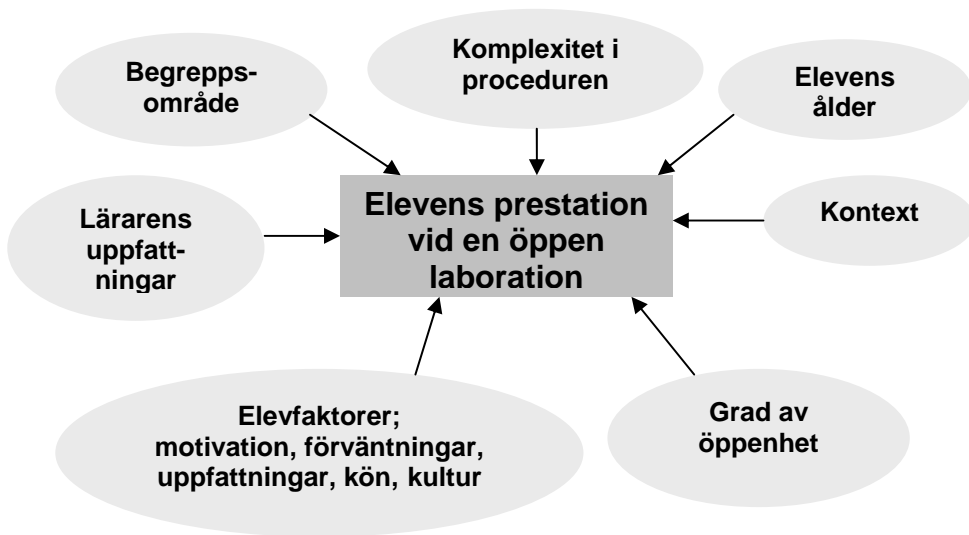
Den öppna laborationen kan bli ett tillfälle då eleverna utvecklar sin meta-kognitiva medvetenhet och kontroll genom att de själva tar över ansvaret för hur de angriper problemet och genomför uppgiften (Baird, 1990). Om laborationen dessutom kombineras med andra metakognitiva verktyg, såsom olika typer av grafiska representationer (t.ex. begreppskartor eller V-diagram), och om laborationen får handla om att bearbeta tankar och inte enbart material, förbättras förutsättningarna för att eleverna skall lära sig naturvetenskap i samband med laborationerna (Lunetta, 1998, s. 260). Elevernas egna undersökningar kan samtidigt utgöra ett "fönster" till deras förståelse, d.v.s.

ett sätt för läraren att få inblick i elevernas förståelse och i deras förmåga att tillämpa sin förståelse (Duggan & Gott, 1995). Elevernas alternativa uppfattningar kan komma till uttryck, och läraren har därmed en möjlighet att hjälpa eleverna att utveckla den egna förståelsen.



Figur 3.1. Modell för problemlösning i laboratoriet enligt Kurtén-Finnäs, 2001, utgående från Gott & Duggan, 1995.

Det finns en mängd faktorer som påverkar svårighetsgraden i en öppen laboration och därmed elevernas prestation. Figur 3.2 visar hur Gott och Duggan (1995, s. 52) sammanfattat ett antal betydelsefulla faktorer.



Figur 3.2. Faktorer som påverkar elevers prestation vid en öppen laboration, enligt Gott & Duggan (1995, s. 52).

Då en lärare planerar för en öppen laboration i sin undervisning är det viktigt att han beaktar de faktorer som påverkar laborationens svårighetsgrad, för att utmaningen skall vara på en lämplig nivå med tanke på elevernas ålder och erfarenheter. En uppgift som har koppling till elevernas egen värld och till deras intressen ger de bästa förutsättningarna för att eleverna skall lyckas med uppgiften och kan därmed samtidigt inverka positivt på deras motivation. Om uppgiften bygger på begrepp, som eleverna har någon form av förhandskunskap om, har de större förutsättningar att lyckas och samtidigt en möjlighet att utveckla sin begreppsliga förståelse. Graden av öppenhet kan regleras med små förändringar i formuleringen av en laboration, vilket samtidigt påverkar uppgiftens svårighetsgrad (Gott & Duggan, 1995, s. 54-55). Ytterligare inverkar elevernas förståelse för hur man t.ex. gör en "rättvis" undersökning, d.v.s. hur man identifierar och beaktar variabler och konstanter i sin undersökning, på elevernas prestationer vid den öppna laborationen.

En grundförutsättning för öppna laborationer i undervisningen är att läraren är beredd att använda dem, men också lärarens syn på syftet med en labora-

tion påverkar utformningen av laborationen och därmed även elevernas prestationer (Gott & Duggan, 1995, s. 65). Lärare som känner sig otrygga i sina ämneskunskaper kan, enligt Carr & al. (1994, s. 148), uppleva det tryggare att följa den traditionella undervisningsmodellen där laborationerna är tillrättalagda och läraren får undervisa enligt modellen ”att överföra kunskap”.

Elevers arbete med öppna laborationer kräver tid. Eftersom eleverna utvecklar sin förståelse bl.a. i diskussionen med andra i klassen, behöver de beredas tid för såväl planering och genomförande som för diskussion av sina resultat och slutsatser (Lunetta, 1998, s. 253). Gunstone & Champagne (1990, s. 179) framhåller att mera tid måste ägnas åt interaktion och reflektion. Watson (2000, s. 67) framhåller vikten av att det i den öppna laborationen ges tid för efterdiskussion. Ett av syftena med de öppna laborationerna är att eleverna skall utveckla sin förståelse för hur man drar slutsatser i en undersökning hur man och finner belegg för sina slutsatser. Det är därför väsentligt att det ges tid för analys av och diskussion kring elevernas data och slutsatser. En övergång till fler öppna laborationer i undervisningen leder troligen till att antalet laborationer under en kurs minskar, i och med att de öppna laborationerna är mer tidskrävande än traditionella laborationer. I stället skapas fler tillfällen för meningsfullt lärande i laboratoriet då eleverna får använda sina tidigare kunskaper i problemlösningen (Shiland, 1999).

Den affektiva dimensionen av de öppna laborationerna är väsentlig. Eleverna upplever en form av ”ägande” till laborationen och en känsla av kontroll då de själva får planera vad och hur de skall göra, vilket påverkar deras motivation och intresse för att nå resultat (Berry & al., 1999; Watson, 2000, s. 59). Detta kan samtidigt bidra till att eleverna utvecklar en känsla av ansvar för sitt eget lärande (Roth, 1995, s. 100). De öppna laborationerna kan främja positiva attityder till naturvetenskap genom att de kan ge eleverna tillfällen att få lyckas, och samtidigt kan de stöda utvecklingen av elevernas förmåga att samarbeta och kommunicera med varandra (Hofstein & Lunetta, 1982). Woolnough (1991, s. 182–185) hävdar att laborationer som är rätt utformade och leder till ökad förståelse hos eleverna kan bygga upp deras intresse och självförtroende. Han uttrycker det så här: ”I do and I build up confidence that I can tackle the next problem successfully”. Det är, enligt Woolnough,

viktigt att eleverna får utveckla sin förmåga och sitt självförtroende i naturvetenskap genom att de får planera och genomföra egna undersökningar. Harlen, Black & Johnson (1981) visar i en undersökning av 11-åringar som fått genomföra öppna laborationer, att denna typ av laborationer intresserar eleverna och att de visar stor uthållighet i att slutföra uppgifter där de upplevde ett "ägarskap".

3.3 Öppna laborationer och gruppen

Elevlaborationer genomförs i allmänhet så att eleverna arbetar i par eller i grupp. Detta har varit ett praktiskt arrangemang genom att behovet av utrustning därmed minskat. Ur ett socialkonstruktivistiskt perspektiv kan laborationer i grupp ses som direkt önskvärt. Att arbeta i grupp ger eleverna tillfällen till elev–elev-diskussioner där de får utbyta tankar och idéer med varandra. I kommunikationen med andra strävar man efter att bygga broar till andra personers uppfattningar av en situation, ett begrepp eller en företeelse. Samtidigt modifierar man sin kunskap och konstruerar ny kunskap i interaktionen med andra (Cobb, 2000b, s. 154). Enligt Bauersfeld (1988) utgör kommunikationen en process av ömsesidig anpassning där individerna förhandlar om betydelse genom att kontinuerligt modifiera sina förklaringar. Cobb och Bauersfeld (1995, s. 295) definierar "förhandling om betydelse" som *det interaktiva åstadkommandet av intersubjektivitet (egen översättning)*. Cobb och Bauersfeld använder begreppet intersubjektivitet i betydelsen *gemensam* eller *delad förståelse*. Cobb (1996, s. 41) skiljer mellan den enskilda elevens förståelse och en delad förståelse som han benämner "meaning taken-as-shared". Då man förhandlar om betydelse finns det ett gemensamt syfte och utgångspunkten är någon form av osäkerhet. Förhandlingen kan exempelvis starta från att man är oense (Clarke, 2001, s. 33–52). Intersubjektivitet är viktig då man skall lösa ett gemensamt problem och den kan ses som en indikation på att man samkonstruerar (co-construct) kunskap, där kunskapen i detta fall utgörs av kunskap om hur problemet skall lösas.

I denna avhandling använder jag begreppen *gemensam förståelse* och *delad förståelse* synonymt för att beskriva hur eleverna förstår varandra och förstår hur problemen skall lösas i samband med de öppna laborationerna.

Problemlösning i grupp innebär att gruppen skall komma till en gemensam lösning på ett problem. Detta medför att det finns ett behov av en gemensam förståelse för hur problemet skall lösas. Om det råder osäkerhet eller om gruppen är oense i fråga om hur problemet skall lösas kan detta ligga till grund för att man i gruppen förhandlar om en betydelse, d.v.s. strävar mot en gemensam förståelse av hur problemet skall lösas (Clarke, 2001, s. 34-35). I denna process får eleverna en möjlighet att verbalisera sin egen förståelse vilket leder till en större medvetenhet om det egna tänkandet (von Glaserfeld, 1993, s. 31). Eleven har lättare att se eventuella inkonsekvenser i det egna tänkandet. Då hon uttrycker hur hon tänker finns det samtidigt möjlighet för henne att utveckla sin förståelse för själva problemet som skall lösas. Samtidigt måste de andra i gruppen försöka förstå henne i en strävan efter att lösa problemet gemensamt (Jakubowski, 1993, s. 142). Då det finns behov av att uppnå en delad förståelse kring ett problem, en uppgift eller ett begrepp blir eleverna tvungna att försöka förklara på ett sätt som de andra i gruppen förstår (Roth & Roychoudhury, 1993). Denna gemensamma förståelse kan vara lättare att uppnå eftersom eleverna i en klass befinner sig på en jämbördig nivå (Jones & Carter, 1997, s. 264). En indikation på att man uppnått intersubjektivitet eller en delad förståelse är att deltagarna i diskussionen hakar på varandras meningar och avslutar den föregående talarens replik (Clarke, 2001, s. 45). Diskussionen i gruppen främjar den enskilda elevens kognitiva utveckling genom att hon konfronteras med olika synsätt och uppfattningar, som kommer till uttryck i den egna gruppen (Hodson, 1988, s. 172). Att lösa problem i grupp ger eleverna möjlighet att förklara och försvara sina synpunkter, vilket stimulerar lärandet och samtidigt kan påverka deras motivation i positiv riktning (Wheatley, 1991).

Utmärkande för problemlösning i en grupp av jämbördiga elever kan vara att man ett flertal gånger upprepar en problemlösning som ses som ett lyckat försök (Clarke, 2001, s. 41). Varje repetition av problemlösningen fyller sin egen funktion, först att identifiera en möjlig lösning och sedan att utveckla en delad förståelse för hur man skall göra eller för att pröva om lösningen är hållbar.

Barn utvecklar sin kunskap såväl utanför skolan som i skolan. I sin vardag konfronteras de med en mängd naturvetenskapliga fenomen som de utvecklar

egna förklaringar till i samverkan med sin omgivning. Dessa förklaringar står ofta i konflikt med de naturvetenskapliga förklaringarna. Uttrycket "conceptual change" har blivit ett begrepp som utmärker det konstruktivistiska synsättet på utvecklandet av naturvetenskaplig kunskap (Duit & Treagust, 1998, s. 10). Begreppets ursprung inom forskning kring lärande av naturvetenskap kan sökas hos Posner m.fl. (1982). "Conceptual change" beskriver lärandet som en process där den lärande förändrar sina begrepp genom att ta till sig nya begrepp, genom att omarbete betydelsen av existerande begrepp eller genom att byta ut existerande begrepp mot nya begrepp (Hewson, 1996, s. 132). Enligt Posner & al. (1982) är förutsättningarna för att en individ skall förändra sina egna uppfattningar i riktning mot mera naturvetenskapligt accepterade uppfattningar: 1) att han eller hon på något sätt är missnöjd med sin nuvarande uppfattning, 2) att han eller hon förstår åtminstone lite av det nya begreppet, 3) att det nya begreppet är trovärdigt, och 4) att han eller hon ser någon nytta med det nya begreppet. En elev kan bli missnöjd med sin egen uppfattning då den står i konflikt med andra individers uppfattningar. Interaktioner i grupp kan därför vara värdefulla för en process där eleven skall utveckla sin egen vardagsförståelse, genom att hon i konfrontation med sina kamrater kan uppleva ett eget missnöje med sina uppfattningar (Jones & Carter, 1997, s. 273). Pintrich, Marx & Boyle (1993) lyfter fram betydelsen av olika motivationsfaktorer för att eleverna skall vara beredda att förändra sina egna uppfattningar. Elevernas uppfattning om sig själva och sin egen förmåga, deras intressen och vilka mål de har för sitt eget lärande är faktorer som påverkar deras beredskap att förändra sina egna uppfattningar.

Ett grundläggande drag då det gäller elevernas arbete med öppna laborationer bör vara att eleverna själva och den grupp de tillhör bär ansvar för lösandet av uppgiften. Eleverna måste få göra sina egna misstag och ha friheten att genomföra uppgiften på sitt sätt (Cohen, 1994, s. 2). Då eleverna tar ansvar tar de samtidigt över en del av lärarens roller, såsom att fördela uppgifter, att lyssna och samtala samt att göra beslut. I ett laborativt sammanhang där eleverna ställs inför öppna uppgifter innebär detta troligen att olika grupper kommer att designa sina experiment på olika sätt och även komma till olika resultat (Roth, 1993b, s. 159).

Arbetet i grupp kan ske enligt olika modeller. Linn & Burbules (1993, s. 91–119) lyfter fram tre olika modeller. Den första modellen, samarbetsinläring (cooperative learning), innebär att olika elever inom en grupp tilldelas olika roller och att varje gruppmedlem får ansvar för en egen del i lösandet av en uppgift. Samarbetsinläring inom naturvetenskaplig undervisning har varit föremål för en hel del forskning på 1980- och 90-talet. Ett stort antal studier visar på fördelar med samarbetsinläring då det gäller elevernas prestationer och produktivitet vid laborationer (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007, s. 407).

Den andra modellen kallas kollaborativt lärande (collaborative learning) och innebär att två eller flera elever gemensamt utarbetar en lösning på en uppgift eller ett problem som ingen av dem löst tidigare (Linn & Burbules, 1993). Eleverna som samarbetar är i stort sett på samma nivå. Crawford, Krajcik & Marx (1999) har undersökt elever i en fysikgrupp i årskurs 8 som fick arbeta med autentiska problem i kollaborativa grupper. Enligt deras undersökning var eleverna mer produktiva och genererade och testade fler idéer då de arbetade med problem som hade anknytning till deras egen verklighet. I grupperna var det alltid någon elev som tog ansvar för att gruppen skulle nå konsensus. Då eleverna arbetade med färdigt formulerade lärarstyrda laborationer handlade deras diskussioner om hur de skulle följa den givna laborationsbeskrivningen. Phelps & Damon (1989) visar i en undersökning av elever i årskurs 1 och 2 som arbetar med matematik att elever som arbetar i kollaborativa grupper engagerade sig i ”högre ordningens” resonemang vilket ledde till att de utvecklade sin begreppsliga förståelse.

Den tredje modellen, enligt Linn & Burbules (1993), utgörs av handledt lärande (tutored learning), där en elev som kan mer fungerar som expert i gruppen och har till uppgift att hjälpa de andra. ”Kognitivt lärlingskap” (cognitive apprenticeship) är ett begrepp som idag sammankopplas med denna modell. Begreppet har sin uppkomst i det lärande som sker i en mästare–lärling lärosituation och betonar lärandet i en autentisk kontext (Roth, 1993a, s. 163). Individens lär sig begrepp i ett sammanhang där de kommer till användning, vilket stöder en djupare förståelse för begreppen (Collins, Brown & Newman, 1989, s. 457). Det är inte bara ”lärlingen” som lär sig i ett sådant sammanhang. Forskning visar att också den kunnigare parten i detta fall samtidigt utvecklar sin egen förståelse i handledningspro-

cessen (Rooth, 1993a, s. 163). Metaforen ”lärlingskap” betonar elevens aktiva roll i lärandeprocessen.

Roth (1995, s. 176-182) identifierar i sin forskning olika typer av grupper i fråga om interaktioner inom gruppen. I en symmetrisk grupp deltar alla gruppmedlemmar mer eller mindre jämlikt utan att det finns någon gruppmedlem som dominerar. I en grupp med asymmetrisk interaktion finns det någon elev som dominerar diskussionen, medan interaktionen i en tredje typ av grupp skiftar under olika moment av problemlösningen. Ytterligare identifierar Roth grupper som tidvis arbetar symmetriskt och tidvis är splittrade i individuellt arbete. Slutligen identifierar han grupper som inte klarar av att samarbeta, där ingen interaktion sker. Roychoudhury & Roth (1996) har studerat interaktionen mellan elever som arbetat med öppna laborationer i fysik. Gruppernas arbete karakteriserades i deras undersökning av såväl ansvarstagande hos deltagarna och självständighet hos grupperna, även då grupperna klassificerades som asymmetriska. Eleverna uttryckte sig också positivt till arbetet i grupp, oberoende av vilken roll de själva antagit i sin grupp. I sin studie kunde Roychoudhury & Roth även iaktta ett stort engagemang hos eleverna, också i till synes enkla moment. Detta förklarades som ett utslag av att eleverna upplevde att de ”ägde” sina experiment och att de därmed var ytterst motiverade. Gayford (1992) identifierar i en studie gruppdynamiken som väsentlig då det gäller elevernas motivation att arbeta med problemlösning. I grupper som fungerade demokratiskt, där gruppen gemensamt löste ett problem, var motivationen störst och problemlösningen påverkade även elevernas förståelse positivt.

3.4 Öppna laborationer och läraren

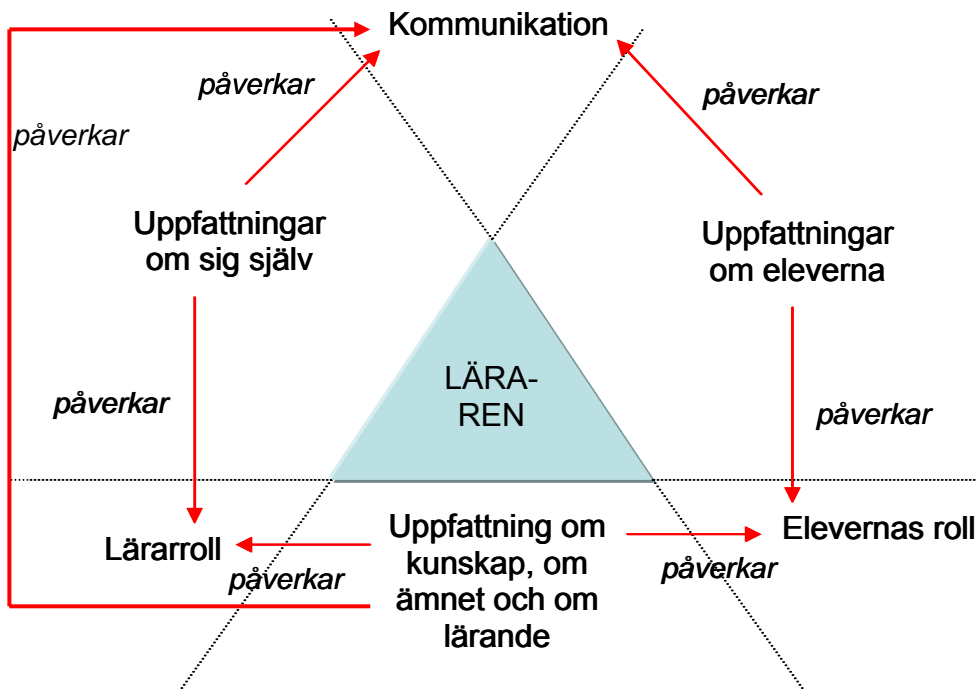
3.4.1 Lärarens roll i ett socialkonstruktivistiskt perspektiv

Kännetecknande för ett konstruktivistiskt perspektiv är att man ser elevens kunskap som konstruerad av henne själv. Kunskap kan inte överföras i en bestämd form från en person till en annan. Den lärandes tidigare kunskap, uppfattningar och attityder påverkar den kunskap hon konstruerar. Lärandet är en aktiv process och den lärande gör egna val i fråga om sitt eget lärande.

Detta innebär dock inte att lärarens roll och betydelse skulle försvinna eller ens minska. Lärande och undervisning är oupplösligen knutna till varandra (Tobin, Tippins & Gallard, 1994, s. 45). En lärares uppfattningar är avgörande för det som sker i klassen (Pajares, 1992). Dessa uppfattningar innefattar lärarens uppfattningar om sig själv och sina möjligheter att påverka elevernas lärande (lärarens självtilltro), lärarens kunskapssyn (epistemologiska uppfattningar) men även lärarens uppfattningar om eleverna. De här uppfattningarna, men även den undervisningskultur som läraren är uppvuxen med och lever i, styr lärarens val av undervisningsstrategier (Tobin, 1993, s. 225). En undervisningsmetod som står i konflikt med lärarens uppfattningar om undervisning leder till negativa attityder till metoden hos läraren (Jones & Carter, 2007). Lärarens kunskaper om undervisning och lärande är vanligen praktisk och kan t.ex. präglas av rutiner för hur han genomför specifika aktiviteter (Marx & al. 1998, s. 669). Denna kunskap är ofta omedveten och outtalad.

Jag beskriver med hjälp av en modell (figur 3.3) hur lärarens uppfattningar påverkar skeendet i klassen. Denna modell synliggör betydelsen av lärarens uppfattningar för kommunikationen i klassen, dels mellan läraren och eleverna, dels eleverna emellan. Kommunikationen är såväl verbal som nonverbal och kan identifieras bl.a. genom de undervisningsstrategier läraren väljer. En lärare som uppfattar att eleverna lär sig bäst genom att sitta tysta och lyssna väljer undervisningsmetoder som ligger i överensstämmelse med denna uppfattning, medan en lärare som uppfattar att eleverna lär sig bäst genom att vara aktiva och att själva få diskutera och argumentera väljer undervisningsstrategier som ger utrymme för elevernas egna aktiviteter. Även i sin direkta kommunikation med eleverna signalerar läraren sina egna uppfattningar genom att ge mera eller mindre utrymme för elevernas egna uppfattningar och frågor i undervisningen. Lärarens uppfattningar påverkar samtidigt de roller han väljer för egen del men även de roller han tilldelar eleverna, eller låter eleverna anta. En lärare som uppfattar att eleverna lär sig bäst genom att lyssna går kanske själv in i rollen av kunskapsförmedlare medan han tilldelar eleverna rollen som passiva mottagare. Däremot väljer en lärare som ser på eleverna som aktiva skapare av kunskap för egen del rollen som handledare eller stödperson, medan eleverna får inta roller som ger dem möjlighet att vara aktiva. Bakom detta ligger, förutom lärarens uppfattningar

om det egna ämnet, om kunskap och om lärande, även lärarens uppfattningar om sig själv och sin förmåga att undervisa. Dessa uppfattningar påverkas i sin tur av lärarens ämneskunskaper, didaktiska kunskaper och erfarenheter av eget lärande och tidigare undervisning.



Figur 3.3. Modell över sambandet mellan lärarens uppfattningar och kommunikationen i klassen samt lärarens och elevernas roller.

I en undervisning i naturvetenskap som bygger på en socialkonstruktivistisk syn på lärandet står elevernas konstruktion av meningsfull kunskap i fokus, en kunskap som de bygger upp genom interaktion med sina kamrater och med läraren men även genom konfrontation med naturvetenskapligt accepterade teorier. White (1988, s. 160) beskriver lärandet som en aktiv process, där läraren har ansvar för att placera lämplig information i den lärandes väg och för att arrangera denna information på ett sätt som optimerar den lärandes möjlighet att förstå, samt ansvar för att stöda den lärande i hennes konstruerande av kunskap. Novak (1998, s. 112) lyfter fram den affektiva dimensionen i lärandet så, att läraren som bygger upp inlärningssituationen bör sträva efter att eleverna skall utveckla sina kognitiva strukturer men samtidigt

stärka sin känsla av att ”jag är okej”. Ett meningsfullt lärande inbegriper tänkande men också handling och känslor; det skall engagera eleverna och ge dem en känsla av att behärska, men också en känsla av ansvar.

Den personliga kunskapen, d.v.s. hur en enskild person uppfattar ett fenomen, ett begrepp, en händelse o.s.v., kan inte överföras direkt från en person till en annan. I klassrummet representerar läraren en annan typ av kunskap, d.v.s. de naturvetenskapliga idéer och teorier som utvecklats inom vetenskapssamfundet. Läraren skall erbjuda eleverna nödvändiga erfarenheter och tillgång till naturvetenskapliga begrepp och modeller, vilket gör det möjligt för eleverna att konfrontera sina egna erfarenheter av händelser och fenomen med naturvetenskapligt accepterade modeller. Detta är nödvändigt om de skall utveckla sin förståelse i riktning mot de naturvetenskapligt accepterade uppfattningarna (Driver, 1995, s. 399).

Lärrollen beskrivs av många forskare med hjälp av olika metaforer. Rooth (1995, s. 243) använder bilden av läraren som en coach, där coachen iakttar eleverna då de genomför en uppgift, vid behov erbjuder eleverna ledtrådar, ger feedback eller ger nya uppgifter i syfte att eleverna skall utveckla sin förståelse. Eleverna ansvarar för sitt eget lärande, men får vid behov vägledning av en person som är mer kunnig på området. Wheatley (1991) ser på läraren som en forskare. Speciellt då en lärare arbetar med unga barn, som inte konstruerat en betydelse i de begrepp de använder, måste läraren försöka tränga in i och förstå den unga elevens värld. Då kan läraren erbjuda stimulerande och motiverande erfarenheter och fungera som guide då eleven bygger upp sin kunskapsstruktur. Tobin & al. (1994, s. 49) lyfter fram två kritiska komponenter i lärrollen; dels är lärarens uppgift att följa med den enskilda elevens lärande, dels skall läraren försöka kanalisera elevernas tänkande i produktiv riktning. Eleven och hennes lärande är i fokus. Också läraren kan uppfattas som en lärande i denna process; läraren lär sig vilken typ av ”lärande-erfarenhet” som är den mest lämpliga för den enskilda eleven.

En undervisning, där utgångspunkten är att läraren överför kunskap till eleverna, innebär vanligen att eleverna får rollen av lyssnare och mottagare av information (Crawford, 2000). I en undervisning som bygger på en

socialkonstruktivistisk syn på lärandet kan eleverna i lärandeprocessen inta andra roller, såsom t.ex. rollen av planerare, handledare eller medarbetare.

3.4.2 Lärarens tilltro till sin egen förmåga

En lärares tilltro till sin egen förmåga (self-efficacy) är en nyckelfaktor då det gäller hans handlande. Bandura (1998, s. 3) definierar begreppet "self-efficacy" på följande sätt: "Perceived self-efficacy refers to the beliefs in one's capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainment." Eftersom det engelska ordet "self-efficacy" saknar en entydig svensk motsvarighet inför jag en egen term för begreppet, termen *själv tilltro*. Lärarens själv tilltro (*teacher self-efficacy*) utgör lärarens personliga uppfattning om sin egen förmåga att hjälpa eleverna att lära sig. På samma sätt som elevernas själv tilltro påverkar deras val, deras ansträngning och uthållighet, påverkar en lärares själv tilltro hans val av aktiviteter i klassen, hans uthållighet att hjälpa eleverna och resultaten i klassen (Pintrich & Schunk, 2002, s. 331). Lärare med hög själv tilltro är mera benägna att välja utmanande aktiviteter för sina elever, och kan bättre uppmuntra sina elever dels genom sina val av aktiviteter, dels genom sin interaktion med eleverna. Lärarens själv tilltro påverkas av hans kunskaper, och bl.a. White (1988) lyfter fram behovet av goda ämneskunskaper hos läraren. Enochs, Scharman & Riggs (1995) visar i en studie att det finns en positiv korrelation mellan mängden studier i naturvetenskap en lågstadielärare har och hans själv tilltro att undervisa science.

En lärares själv tilltro har förutom den interna dimensionen (lärarens uppfattningar om sina personliga möjligheter att påverka elevernas lärande) även en extern dimension som syftar på faktorer som ligger utanför klassrummet och utanför lärarens egen person (Guskey & Passaro, 1994). Till yttre faktorer räknas lärarens uppfattningar om de yttre normerna, d.v.s. vad läraren uppfattar att omgivningen förväntar sig av undervisningen och av elevernas lärande (Jones & Carter, 2007, s. 1076). Yttre faktorer utgörs även av ramfaktorer såsom klasstorlekar, utrustningsnivåer samt lärarens uppfattningar om betydelsen av dessa faktorer.

3.4.3. Läraren och den öppna laborationen

De flesta lärare är dåligt rustade för öppna laborationer och aktiviteter som innebär ökad frihet och ett större eget ansvar för eleverna (se t.ex. Hodson, 1993; Hofstein & Lunetta, 2004). Lärarna har själva under sin skolgång och utbildning arbetat med laborationer med få frihetsgrader, laborationer som går under benämningen kokbokslaborationer (Woolnough & Allsop, 1985). Också om en lärare värdesätter öppna laborationer kan det ändå hända att han inte lyckas genomföra en undervisning med öppna laborationer i praktiken. En lärare kan vara motiverad att genomföra förändringar i sitt eget sätt att undervisa men kan sakna de kunskaper och färdigheter som krävs för denna förändring, vilket leder till att det inte sker någon förändring eller att förändringen inte genomförs på det sätt som det var tänkt (Sequeira, Leite, & Duarte, 1993). Det är inte självklart att en lärare känner sig bekväm i en roll där eleverna skall ställa frågor och där läraren inte nödvändigtvis har ett klart svar (Chin & Kayalvizhi, 2002). En lärare kanske uppfattar att laborationens viktigaste syfte är att koppla teorin till praktiken och använder experimenten i syfte att belysa ett teoretiskt begrepp. Séré (2002) vill svänga på detta och säger i stället att teorin är ett viktigt verktyg för praktiken. Den begreppsliga kunskapen behövs för att man skall kunna planera och genomföra ett experiment.

Enligt Crawford (2000) krävs det nya icke-traditionella roller av en lärare som arbetar utgående från elevernas egna undersökningar i klassen. Läraren skall kunna fungera som vetenskapsman, han skall kunna ställa diagnos, motivera, guida samt fungera som innovatör, kontrollant och mentor. Detta är roller som lärarna inte har någon utbildning eller modeller för. En lärares uppfattning om hur elever lär sig, t.ex. att elever lär sig bäst om de får noggranna instruktioner, eller att det viktigaste eleverna lär sig är faktakunskaper, påverkar hans beredskap att använda nya angreppssätt i sin undervisning (Cronin-Jones, 1991). Många lärare inser inte att laborationer verkligen kan fungera som medel för eleverna att konstruera meningsfull kunskap, och de engagerar därför inte sina elever i laboratorieaktiviteter som är uppbyggda på ett sätt som stöder elevernas utvecklande av sin naturvetenskapliga förståelse (Hofstein & Lunetta, 2003).

Läraren i klassen är den som introducerar en öppen laboration. Det sätt på vilket en öppen laboration presenteras är väsentligt. Små, till synes obetydliga variationer i formulering kan ha konsekvenser för uppgiften och för hur eleverna tacklar den (Hacklin & Fairbrother, 1996). Svårighetsgraden på uppgiften kan styras via frågeställningen. Ställer man frågan "Löser sig socker bättre i varmt vatten än i kallt?" är uppgiften mindre krävande än om man ger uppmaningen: "Tag reda på, på vilket sätt temperaturen inverkar på sockrets löslighet i vatten". Då eleverna är ovana och har liten begreppslig kunskap är det viktigt att börja med undersökningar som inte kräver djupa teoretiska kunskaper eller djupa kunskaper om procedurer (Gott & Duggan, 1995, s. 87). Elevens intresse för en öppen laboration kan minska om hon upplever att hon stöter på problem som hon inte klarar av att lösa. Då elevernas kunskaper utvecklas får svårighetsgraden i undersökningarna stiga. Roth (1995, s. 134-140) varnar för sin del för problem som formuleras av läraren. Det är inte säkert att eleverna uppfattar lärarens problem som sina, eftersom eleverna inte har samma referensram som läraren. Varje problem måste konstrueras som ett sådant av problemlösaren själv innan det kan lösas. Risken med problem formulerade av läraren är att eleverna fokuserar på att söka "rätt svar", d.v.s. det svar de tror att läraren är ute efter.

I en fullständigt öppen miljö där eleverna själva skapar och utvecklar frågor är det inte säkert att lösningen på problemet ens är tillgänglig för dem. Eleverna är inte alltid kapabla att översätta sina frågeställningar till frågor som är undersökningsbara. I sådana fall har läraren en viktig handledande roll (Chin & Kayalvizhi, 2002). Läraren är därför viktig i den inledande diskussionen och behöver vägleda eleverna i hur man genomför undersökningar, hur man formulerar frågor som går att undersöka och söka svar på i laboratoriet. Viktiga uppgifter för läraren är att avgöra vilka bakgrundskunskaper eleverna behöver för att lösa problemen, och att kunna handleda dem i problemlösandet (Berry & al., 1999). Läraren måste vara beredd att ge tilläggsinformation om det behövs.

Eleverna uppfattar i allmänhet att en laboration är en praktisk uppgift som skall utföras (Berry & al., 1999). De har svårt att se kopplingen mellan teori och praktik och behöver från början få lära sig att laborationer är ett tankearbete där man stöder sitt tänkande resultaten från praktiska experiment. För

att eleverna skall utveckla meningsfull kunskap är det viktigt att läraren kan hjälpa den enskilda eleven med att skapa länkar mellan det hon kan från förut och det som hon skall ta reda på. Eleverna kan inte skapa förståelse på egen hand via observationer, utan behöver lärarens assistans (Lavonen & al., 2004). Läraren utgör i klassen en representant för det naturvetenskapliga samfundet, och är därmed kompetent på sitt område av naturvetenskap (Roth, 1995, s. 126–127). I den rollen skall läraren fungera som ett stöd för eleverna i deras utveckling mot att själva kunna ställa allt mera vetenskapliga frågor. Väsentligt är, enligt Lavonen & al., att eleverna bereds möjlighet att inta en aktiv roll för att tillsammans med sina klasskamrater kunna utveckla en delad förståelse.

Metaforen med läraren som coach lämpar sig väl för att beskriva lärarens roll i samband med de öppna laborationerna, enligt Roth (1995, s. 243–248). I egenskap av coach observerar läraren sina elever då de genomför sin undersökning, erbjuder ledtrådar, ger feedback och ger eleverna nya vinklingar och uppgifter i syfte att eleverna skall kunna genomföra sin undersökning och utveckla sin förståelse. Denna metafor inbegriper samtidigt att läraren, snarare än eleverna, ställer upp mål för elevernas lärande. Läraren bör undvika att ta kontroll genom att berätta för eleverna hur de skall göra (Abrams, 1997, s. 315).

Roth (1993) använder även metaforen lärlingar för att beskriva eleverna medan läraren då utgör experten. Med denna metafor framhäver han att läraren efterhand, då eleverna utvecklar sin kunskap och sina färdigheter, skall minska på stödet till eleverna och ge dem större självständighet. Metaforen med ett kognitivt lärlingskap inbegriper tre huvudaspekter för lärarens roll: att skapa modeller, att bygga upp och att dra sig tillbaka.

Läraren är i nyckelposition då det gäller tidsanvändningen i undervisningen. Om eleverna skall kunna arbeta med öppna laborationer måste läraren reservera tid för det här arbetet. Öppna laborationer, där eleverna själva skall komma underfund med hur de skall göra, kräver mera lektionstid än laborationer där läraren gjort all planering. Om eleverna själva skall kunna planera sina undersökningar måste de också få tid för detta (Berry & al., 1999). Laborationer där elever skall lösa problem och samtidigt utveckla sin

begreppsliga förståelse kräver tid för diskussion och reflektion (Gunstone & Champagne, 1990). Lunetta (1998, s. 253) lyfter, utöver behovet av att eleverna får tid att utveckla fruktbara frågor och tid att i sina grupper planera sina försök, fram behovet av tid för efterdiskussion, där man diskuterar resultaten och deras innebörd samt slutsatser av laborationen. Även Watson (2000, s. 61) poängterar betydelsen av efterdiskussionen och behovet av tid för denna. Lärarens roll är i det skedet att hjälpa eleverna att fokusera på betydelsefulla aspekter i deras undersökning, att utmana dem så att de får försvara sina resultat och slutsatser, att skapa ett klassrumsklimat där det kritiska tänkandet får utvecklas.

I ett försök i israeliska skolor (Hofstein & al., 2005) där eleverna fick arbeta med probleminriktade laborationer skar man ner innehållet i kemikursen med 25 procent för att ge tid åt de öppna laborationerna. Om läraren följer en strategi där ”färre är mera”, d.v.s. där eleverna i kemikursen får göra färre laborationer men i stället arbetar på djupet, kan resultatet vara mera meningsfullt lärande än om eleverna gör många traditionella laborationer ytligt (Lunetta, 1998, s. 255).

4 Meningsfullt lärande och V-diagram

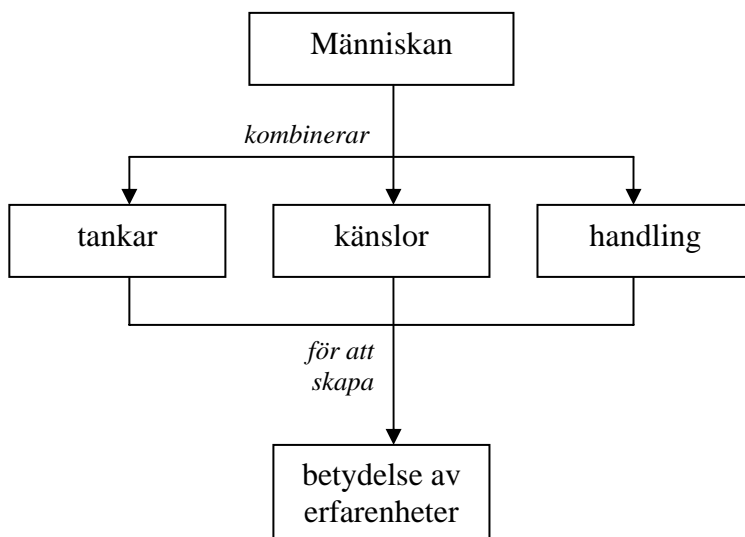
4.1 Meningsfullt lärande

Termen *meningsfullt lärande* kan spåras tillbaka till Ausubels första introduktion av sin teori om meningsfullt lärande som publicerades år 1962, *A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention*. En mer ingående beskrivning av begreppet finner man i boken *Educational psychology: A cognitive view* (1968). Ausubel skiljer mellan mekaniskt lärande (rote learning) och meningsfullt lärande. Mekaniskt lärande sker då den lärande väljer att memorera den nya informationen mer eller mindre ordagrant utan att relatera den till tidigare kunskap, medan ett meningsfullt lärande innebär att den lärande medvetet integrerar ny information i kunskap hon besitter från tidigare (Ausubel, Novak & Hanesian, 1968, s. 41). Mekaniskt lärande kan också ske då det saknas ett samband mellan den nya informationen och elevens tidigare kunskap (Novak, 1998, s. 19). Marton & Booth (2000, s. 40) använder termerna *ytrinriktning i lärandet* och *djupinriktning i lärandet*. Den väsentliga skillnaden mellan dessa former av lärande är att den som lär sig ytrinriktat fokuserar på formuleringar och beteckningar och försöker komma ihåg dessa, medan den som är inriktad på djupinläring söker efter förståelse. Enligt Marton & Booth (s. 61–61) behöver ett lärande i form av memorerande inte nödvändigtvis vara ytinläring. I undersökningar med kinesiska elever har man kunnat konstatera att det finns elever som anstränger sig för att memorera, men som *samtidigt* strävar efter att förstå det de memorerar. Då är lärandet djupinriktat, trots att det i första hand ger intrycket av att vara mekaniskt eller ytligt. Även Novak (1998, s. 15) anser att mekaniskt lärande kan vara nyttigt t.ex. då man skall lära sig en dikt eller multiplikationstabellen, men värdet av detta lärande uppkommer först då man även förstår det man lärt sig mekaniskt eller utantill.

Ausubel ställer upp tre villkor för att meningsfullt lärande skall kunna ske (Ausubel, Novak & Hanesian, 1968, s. 41–44). För det första måste den

lärande ha relevanta kunskaper från tidigare, d.v.s. hon måste äga begrepp som hon kan förankra den nya kunskapen i. För det andra måste det nya materialet vara meningsfullt för den lärande, d.v.s. hon skall kunna relatera materialet till sina kognitiva strukturer utan att behöva memorera det ordagrant. Slutligen måste den lärande själv välja att lära sig på ett meningsfullt sätt, d.v.s. välja att relatera den nya kunskapen till sin tidigare kunskap. Detta innebär att hon också kan vara tvungen att modifiera sin tidigare kunskap. En lärare kan inte välja ett meningsfullt lärande för sina elever. En lärare kan däremot upp-muntra sina elever till meningsfullt lärande genom att i sin undervisning använda verktyg såsom begreppskartor och V-diagram, som kan utgöra hjälpmedel för eleverna med tanke på ett meningsfullt lärande (Novak, 1998, s. 51).

Meningsfullt lärande och att skapa betydelse av information och erfarenheter inbegriper inte enbart tänkande utan även känslor och handlande (Novak, 1998, s. 9). Alla dessa tre aspekter av lärande integreras då individen utvecklar meningsfull kunskap. Novak sammanfattar meningsfullt lärande i en begreppskarta (figur 4.1).



Figur 4.1. Modell över hur tankar, känslor och handling kombineras för att skapa betydelse av erfarenheter (Novak, 1998, s. 10).

Ett meningsfullt lärande, som innebär att eleven upplever att hon förstår, påverkar henne känslomässigt positivt (Novak & Gowin, 1984, s. 110–111). Tänkande som baserar sig på förståelse leder till en starkare kontroll över det man gör och kan leda vidare till en positivare självuppfattning, då man upplever att man förstår. Begreppskartor och V-diagram är verktyg för förståelse och meningsfullt lärande genom att eleverna med deras hjälp kan organisera sin kunskap och samt länka samman ny information med sin redan existerande kunskap.

4.2 V-diagram – ett verktyg vid problemlösning

Grafiska struktureringsredskap (*egen översättning av "graphical organizers"*) utgörs av visuella representationer som man fogar till ett undervisningsmaterial för att kommunicera dess logiska struktur (Jonassen, Beissner & Yacci, 1993, s. 166). Ursprungligen användes dylika redskap i undervisningssammanhang så att läraren, läroboksförfattaren eller någon expert konstruerade den grafiska framställningen. Den kunde bestå av hierarkiskt hoplänkade boxar. Relationen mellan boxarna förblev dock oklar genom att det mellan boxarna saknades förklarande länkord (Trowbridge & Wandersee, 1998, s. 96). På 1970-talet utvecklade Novak en ny form av grafiskt struktureringsredskap, den s.k. begreppskartan, som ett instrument för att analysera forskningsdata. Det visade sig dock att begreppskartan var ett utmärkt verktyg i undervisningen, bl.a. som ett hjälpmedel för den lärande att själv strukturera sin kunskap, men även som ett instrument för läraren att identifiera elevers förhandsuppfattningar samt som ett utvärderingsredskap (Novak, 1997, s. 18). I en begreppskarta bygger man upp en grafisk representation av hierarkiskt ordnade begrepp. Två sammanlänkade begrepp länkas ihop med länkord vilket gör att sambandet mellan begreppen framgår ur kartan (Novak & Gowin, 1984, s. 15).

Ett V-diagram är ett annat slag av grafiskt struktureringsredskap, även kallade Gowins kunskaps-V eller VEE-heuristic (eng.), som utgör ett hjälpmedel vid problemlösning.² I V-diagrammet synliggörs de aktiviteter som

² NE: Heuristik är dels en metod för att upptäcka eller bilda ny relevant kunskap, dels läran om sådana metoder. Gowin beskriver själv heuristik som någonting som utnyttjas som hjälp

försiggår då man söker svar på en forskningsfråga (Trowbridge & Wandersee, 1998, s. 98). Dessa aktiviteter kan vara av praktisk natur men kan också utgöras av sådant som representerar tänkande. Gowins syfte med V-diagrammet var att det skulle stöda eleverna då de i samband med laborationerna utvecklar ny kunskap i samverkan med tidigare kunskap (Novak & Gowin, 1984, s. 57). V-diagram är ett verktyg som, i likhet med begreppskartor, kan hjälpa individen att utveckla sitt tänkande genom att hon med dess hjälp kan organisera sin kunskap på ett sammanhängande sätt (Novak, & Gowin, 1984, s. 110).

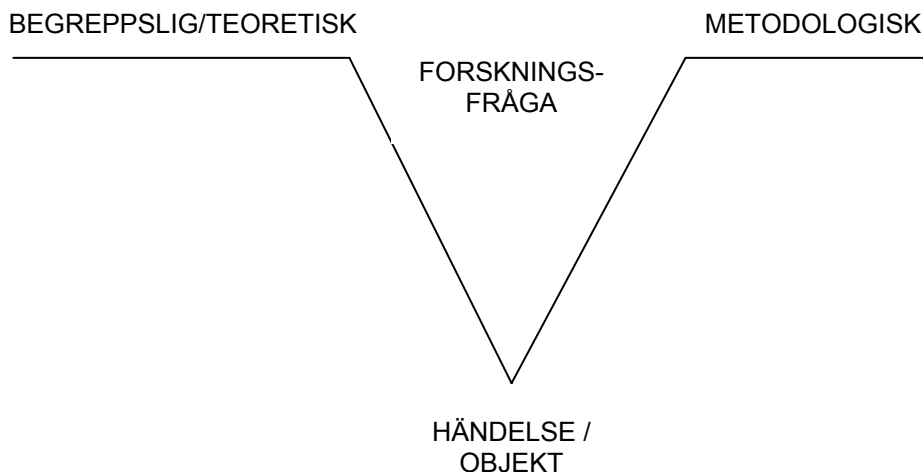
V-diagram utvecklades ursprungligen av Bob Gowin som ett hjälpmedel för elever att förstå kunskapens struktur och att förstå hur människan konstruerar ny kunskap (Novak & Gowin, 1984, s. 55-57). Bakgrunden var å ena sidan hans eget intresse för filosofi och epistemologi, å andra sidan de problem som elever upplever i samband med naturvetenskapliga laborationer. Elever kan känna sig osäkra och frustrerade i samband med laborationerna, eftersom de egentligen inte förstår vad de gör eller vad de förväntas ta reda på, och på vilket sätt laborationen hör ihop med den aktuella teorin. Sällan sammankopplar eleverna själva medvetet relevanta begrepp, principer eller teorier med sina resultat i en strävan efter att förstå varför man valt exakt de händelser eller objekt man valt att iaktta. V-diagrammen har visat sig användbara vid laborativt arbete genom sin vägledande struktur. En laborationsrapport i form av ett ifyllt V-diagram går betydligt djupare än laborationsrapporter i allmänhet (Trowbridge & Wandersee, 1998, s. 114). Flödesscheman och begreppskartor kan ingå som delar i ett V-diagram, för att förtydliga och visualisera bestämda delar av diagrammet.

Gowins utgångspunkt för att hjälpa elever att förstå vad forskning i samband med laborationer innebär var fem vägledande frågor (Novak, 1998, s. 80):

1. Vilka är forskningsfrågorna, d.v.s. de frågor man i en undersökning vill ha svar på?

för att lösa ett problem eller förstå en procedur ("A heuristic is something employed as an aid to solving a problem or understanding a procedure.", Novak & Gowin, 1984, s. 55). Gowin använder således "heuristik" i betydelse av hjälpmedel i motsats till definitionen som beskriver heuristik som en metod och en teori eller lära.

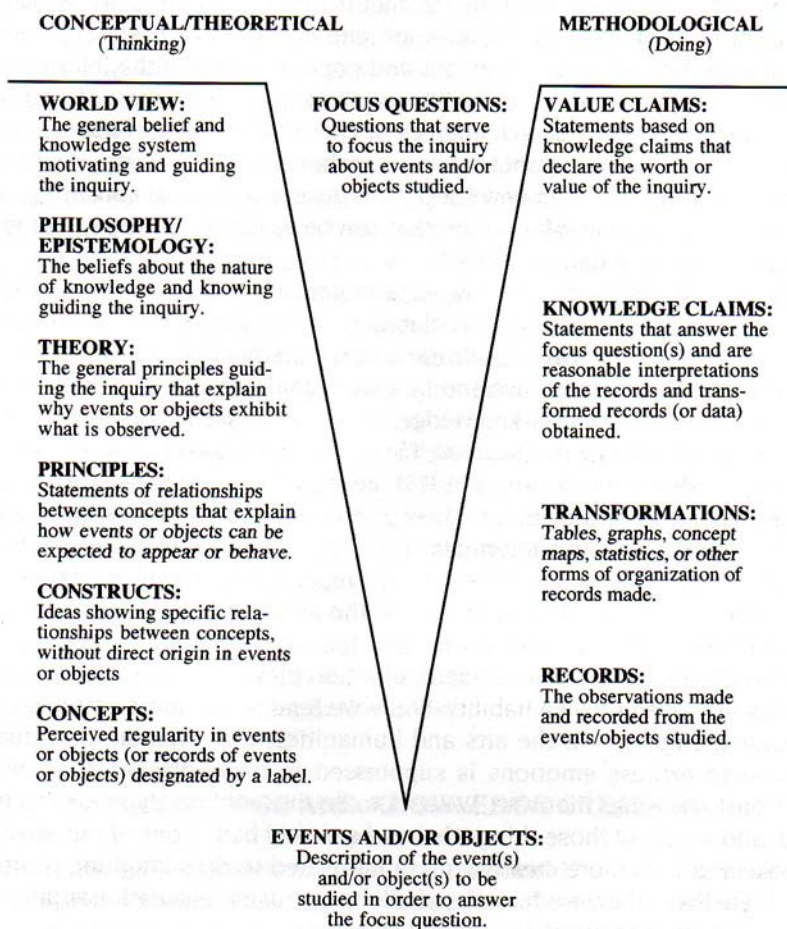
2. Vilka är nyckelbegreppen, d.v.s. de begrepp som är nödvändiga för att man skall förstå undersökningen?
3. Vilka metoder använder man för att söka svar på frågorna?
4. Vilka är de viktigaste kunskapsmässiga slutsatserna?
5. Vilka är de värdemässiga slutsatserna?



Figur 4.2. V-diagrammets grafiska uppbyggnad.

V-diagrammet är uppdelat i två delar, en begreppslig och teoretisk sida och en metodologisk (figur 4.2). Den begreppsliga/teoretiska sidan omfattar relevanta begrepp, principer och teori och representerar samtidigt den världsbild och filosofi som ligger bakom kunskapssökandet (Trowbridge & Wandersee, 1998, s. 112). Den metodologiska sidan innehåller data, resultat samt de kunskaps- och värdemässiga slutsatser man drar. De båda sidorna åtskiljs genom ett V som pekar på *händelse eller objekt*, d.v.s. det man väljer att studera för att söka svaret på sin forskningsfråga. I fokus, mitt i diagrammet ovanför V:et, står själva forskningsfrågan.

Det fullständiga V-diagrammet innehåller tolv olika element, som alla utgör element i människans konstruktion av kunskap (figur 4.3). Då man konstruerar ny kunskap sker det genom interaktion mellan de olika elementen som finns beskrivna i V-diagrammet, d.v.s. alla element har en koppling till varandra. Figur 4.3 utgör en bild av Gowins fullständiga V-diagram.



Figur 4.3. Gowins kunskaps-V (Novak, Mintzes & Wandersee, 1999, s. 10).

Den vänstra sidan i ett fullständigt V-diagram är uppbyggt av sex olika delar. En människas *världsbild* (world view) utgörs av hennes föreställning om tillvarons beskaffenhet och om universums uppbyggnad (Nationalencyklopedin). Den består av hennes uppfattningar och värderingar och formar det sätt på vilket hon ser på händelser och objekt, vad hon är intresserad av och vill lära sig mera om (Novak, 1998, s. 83–86). Den motiverar henne till att ställa frågor och till att söka svar på våra frågor och påverkar vilket värde hon ger resultaten, d.v.s. hur hon uppfattar sina värdemässiga slutsatser. *Filosofi* används i V-diagrammet i betydelsen epistemologi, d.v.s. vår uppfattning om kunskap och om hur den uppkommer. *Teorin* omfattar de principer som styr

en undersökning och som *förklarar varför* händelser och objekt framstår på det observerade sättet. Principer visar på samband mellan begrepp och *förklarar hur* händelser eller objekt kan förväntas framstå eller ske. Längst ner på den teoretiska sidan finns *begrepp*. Novak definierar begrepp som "perceived regularity in events or objects, or records of events or objects, designated by a label". Begreppen hjälper oss att uppfatta regelbundenhet i de händelser och objekt som vi observerar. Begreppen utgör de fundamentala byggstenarna i människans kunskap (Mintzes & Novak, 2000, s. 51). I vänstra delen av Gowins V-diagram ingår ytterligare *constructs*, en term som i detta sammanhang saknar en direkt svensk motsvarighet. Den beskriver idéer som uttrycker specifika samband mellan begrepp, utan direkt ursprung i händelse eller objekt.

V-diagrammets högra del, den praktiskt metodologiska sidan, har sin startpunkt nere vid *data* (records), vilka utgörs av beskrivningar av våra observationer, t.ex. våra mätvärden. Vilka data vi väljer att samla in beror dels av vår forskningsfråga, dels av de begrepp som ligger till grund för våra observationer (Novak & Gowin, 1984, s. 60). För att organisera våra data väljer vi någon form av *transformation*. Transformationen kan t.ex. innebära att vi skapar tabeller eller grafer (Novak, 1998, s. 89). Transformationerna kan sammankopplas med fältet "principer" i diagrammets vänstra del. Med hjälp av tabeller och grafer påvisar man samband, utan att ännu förklara dessa samband. Utgående från våra transformationer konstruerar vi *kunskapsmässiga slutsatser*, d.v.s. slutsatser som utgör svar på vår forskningsfråga (Novak & Gowin, 1984, s. 62). Våra slutsatser bygger på att vi använder den kunskap om begrepp och principer vi har från tidigare. Samtidigt kan våra slutsatser innebära att vi konstruerar ny kunskap, d.v.s. vi kanske fördjupar vår förståelse för ett begrepp eller lägger in en ny innebörd i begreppet. De *värdepässiga slutsatserna* innehåller en affektiv komponent och utgör svar på frågor av typen, "Vilken är nyttan med denna undersökning?", "Är resultaten positiva, negativa?" Våra värdepässiga slutsatser beror av de teorier, principer och begrepp som ligger som grund för vår undersökning, men även av den världsbild och filosofi vår undersökning bygger på (Mintzes & Novak, 2000, s. 53).

Tamir (1987) framhäver V-diagrammens användbarhet i samband med laborationer, genom deras potential att avslöja brister i elevernas begreppsliga strukturer, avsaknad av nyckelbegrepp och oförmåga att sätta in resultaten i ett teoretiskt sammanhang. Esiobu & Soyibo (1995) har undersökt användningen av begreppskartor och V-diagram i en kurs i ekologi och genetik. De har gjort en jämförande studie där de undersökt om dessa hjälpmedel bidrar till att eleverna presterar bättre än elever som inte haft tillgång till de båda typerna av diagram. I sin studie visar de att elevernas prestationer i försöksgruppen var signifikant bättre än jämförelsegruppens. Deras positiva resultat gällde såväl låg- som högpresterande elever och resultaten var oberoende av kön. V-diagrammen ger de lärande möjligheter att utvecklas till aktiva informationsbehandlare i stället för passiva åhörare.

Mycket av den forskning som gjorts kring användning av V-diagram i undervisning utgör samtidigt forskning kring begreppskartor och deras effekt på lärandet. Novak, Gowin & Johansen (1983) har undersökt hur elever i årskurs 7 och 8 klarar av att använda V-diagram. Deras resultat visade att majoriteten av eleverna i deras undersökning blev förhållandevis duktiga i att använda diagrammen, men att det samtidigt är tidskrävande och att man får räkna med att det kan ta flera år av användning innan eleverna helt behärskar redskapet. De visade även att elever som arbetat med begreppskartor och V-diagram uppvisade en bättre problemlösningsförmåga än elever som inte använt dessa verktyg.

Lehman, Carter & Kahle (1985) studerade användningen av begreppskartor och V-diagram inom biologiundervisningen under en termin. Deras fokus var meningsfullt lärande (högre ordningens lärande) men de kunde inte påvisa statistiska skillnader mellan försöks- och jämförelsegrupp, däremot positiva tendenser till förmån för användningen av begreppskartor och V-diagram. De såg dock en förklaring till de små skillnaderna i att skillnaderna i undervisningssätten i praktiken var förhållandevis små (även jämförelsegruppen hade fått en ytterst strukturerad undervisning). En annan förklaring var att lärarna, som skulle använda redskapen i sin undervisning, inte var tillräckligt vana vid dem och kunniga i att använda dem, och därmed blev inte heller eleverna det. Ugwa & Soyibo (2004) visade för sin del att elever som använt begreppskartor och V-diagram presterade signifikant bättre än elever som inte

använt dessa hjälpmedel, oberoende av om eleverna arbetade i grupp eller individuellt.

Åhlberg (Åhlberg & Ahoranta, 2005) har utvecklat en egen variant av V-diagram, som han kallar ”förbättrat V-diagram”. Han beskriver denna form av V-diagram med uttrycket ”tio steg mot kvalitativt gott lärande, tänkande och handlande”. Den väsentliga skillnaden mellan Gowins ursprungliga V-diagram och Åhlbergs modell ligger i att Åhlbergs modell innehåller färre punkter eller rubriker och därmed är enklare till sin utformning. Kärkkäinen (2004) har använt Åhlbergs V-diagram för sitt doktorsarbete. Kärkkäinen fokuserar i sitt arbete bl.a. på elevernas forskningsfrågor samt på hur de värderade och upplevde V-diagrammen. I Kärkkäinens undersökning, med elever i årskurs 8, upplevde ca en tredjedel av eleverna V-diagrammen positivt, genom att de innebar någonting nytt och koncist och att de var ett redskap för att följa med sitt eget lärande. Knappt hälften av eleverna (45 %) var mer negativa och deras attityder speglade en frustration över sådant som är nytt och annorlunda.

V-diagrammen förknippas i allmänhet med laborativt arbete, genom att de ursprungligen utvecklats i syfte att stöda och utveckla detta. Användningen av V-diagram har tidigare lyfts fram i Finland av Ahtee & Levävaara (1992) som beskriver en undervisningsidé där de använder V-diagram i samband med en laboration där eleverna skall lösa upp socker i vatten. Levävaara (1997) hade för avsikt att använda V-diagram i fysikundervisningen i årskurs 9 i sin undersökning, men var tvungen att lämna bort diagrammen till förmån för öppna laborationer och begreppskartor. För lärarna som deltog i hennes projekt skulle det ha blivit för mycket att under en termin lära sig använda såväl öppna laborationer som begreppskartor och V-diagram i sin undervisning.

V-diagrammen har också en vidare potential och används t.ex. i intervjuer för att man med hjälp av dem skall upptäcka eventuella brister i elevernas kognitiva strukturer (Ault, Novak & Gowin, 1984) men även i bl.a. matematik- och litteraturundervisning (Novak, 1980). Novak & Gowin (1984, s. 149–174) lyfter fram V-diagrammet som ett värdefullt forskningsinstrument inom den pedagogiska forskningen. I sin doktorsavhandling använder Kärkkäinen (2004) Åhlbergs modell av V-diagrammet som ett forskningsinstrument.

5 Affektiva dimensioner av lärandet

Undervisningen i naturvetenskap fokuserar i allmänhet starkt på kognitiva dimensioner av lärandet. Eleverna skall lära sig grundläggande begrepp och teorier inom de olika naturvetenskapliga områdena och de skall lära sig förstå naturvetenskapernas betydelse för det samhälle de lever i (Bennett, 2003, s. 174–175). Enligt Bennett är dock elevernas känslor gentemot den naturvetenskap de kommer i kontakt med i klassen lika viktiga som de begrepp de lär sig. Deras känslor påverkar deras framtida förhållningssätt till naturvetenskap. Känslor har, enligt Alsop (2005a, s. 3–4), en betydelsefull inverkan på det som sker i klassrummet. Enligt honom borde undervisningen i naturvetenskap handla om utmaningar, överraskningar, glädje och om att kunna se världen med nya ögon. Det minskade intresset för fortsatta studier i naturvetenskaper bland ungdomar på olika håll i världen har aktualiserat frågor som berör affektiva dimensioner av elevernas lärande, och om hur man kan främja utvecklandet av positiva attityder till naturvetenskap hos eleverna (Osborne & al., 2003).

Ordet affekt kommer från latinets *affectus* som betyder sinnes- eller känslotillstånd. Affekt inbegriper en mängd olika begrepp såsom attityder, värderingar, uppfattningar eller övertygelser, självuppfattning, åsikter, intresse och motivation (Simpson & al. 1994, s. 211–214). Affektivt lärande i naturvetenskap innebär att eleven utvecklar attityder till naturvetenskap och värderingar gällande naturvetenskap, men också att hon utvecklas på det personliga och emotionella planet (Koballa, 1995, s. 60). Att eleverna utvecklar positiva känslor för naturvetenskap ses som ett viktigt mål för undervisningen i naturvetenskap.

Ett tyngdpunktsområde i denna avhandling är kopplingen mellan elevernas erfarenhet och upplevelse av öppna laborationer och elevernas affektiva lärande. Jag har inriktat mig på att studera elevernas uppfattningar, attityder och intresse. I fråga om uppfattningar är fokus både på uppfattningar

relaterade till ämnet, d.v.s. elevernas uppfattningar om kemi och laborationer, och på elevernas uppfattningar om det egna jaget och om deras egen förmåga i kemi, deras självuppfattning. Individens uppfattningar utgör en grund för hennes attityder (Ajzen & Fishbein, 1980, s. 5–9). Attityder kan, enligt Pintrich & Schunk (2002, s. 290), sammankopplas med intresse och utgör därmed samtidigt en viktig motivationsfaktor.

5.1 Uppfattningar

Individen drar utgående från sina erfarenheter egna slutsatser om olika företeelser och deras betydelse. Dessa slutsatser utgör en form av hennes personliga kunskap, d.v.s. hennes uppfattningar (*eng. beliefs*) (Pehkonen, 2001a, s. 12–13). En persons uppfattningar omformas och utvecklas genom nya erfarenheter och genom att individen jämför sina uppfattningar med omgivningens. Medan attityder är affektiva till sin karaktär (se nedan), är uppfattningar mer kognitiva (Shrigley, Koballa & Simpson, 1988) även om de, enligt Pehkonen, alltid innehåller en affektiv dimension. ”Problemlösning inom kemiundervisningen leder till att jag utvecklar min förståelse” är en deskriptiv uppfattning som är förhållandevis kognitiv till sin karaktär medan en uppfattning såsom ”kemi är det viktigaste ämnet i skolan” är mer affektiv.

Lester, Garofaro & Kroll (1989) beskriver uppfattningar som *subjektiv kunskap som en elev har angående exempelvis matematik, det egna jaget eller aktiviteter i problemlösning* (egen övers.). Pehkonen (2001b, s. 232) avser med uppfattningar *en individs förhållandevis stabila subjektiva kunskaper (däri ingår även känslor) om en viss företeelse; dessa subjektiva kunskaper har inte alltid en hållbar objektiv grund*. I båda dessa definitioner används uttrycket subjektiv kunskap, vilket lyfter fram uppfattningens kognitiva dimension. Pehkonen framhåller dock i sin beskrivning uppfattningarnas affektiva inslag och att individens uppfattningar inte behöver vara objektivt hållbara. Den som exempelvis är duktig i kemi kan själv uppfatta att hon inte är speciellt duktig.

Enligt Ajzen & Fishbein (1980, s. 5-9) är det individens uppfattningar om ett objekt som bestämmer vilka attityder hon utvecklar till objektet. En elev som

uppfattar att hon lär sig mycket av att laborera utvecklar troligen positiva attityder till laborationer. Attityderna, påverkade av individens värderingar, bestämmer hennes intentioner då det gäller det egna handlandet i förhållande till ett visst objekt. Det är sannolikt att en elev som uppskattar laborationer, och som tycker att kemi är ett viktigt ämne, kommer att engagera sig i laborationerna. Individens personliga intentioner kan dock inte direkt förutsäga hennes beteende. Individens har också uppfattningar som gäller omgivningen och dess förväntningar på henne det vill säga den s.k. subjektiva normen. Även dessa uppfattningar påverkar individens handlande. I ett klassrum, där en elev uppfattar att den subjektiva normen är att man skall göra så lite som möjligt, kan denna uppfattning innebära att hon inte engagerar sig trots att hon egentligen är intresserad.

5.2 Självpuppfattning

Olika former av självbegrepp har uppfattats som användbara då man försökt förutsäga och förklara elevens motivation och prestation (Bong & Clark, 1999). Forskning kring individers uppfattningar om sig själva visar att personer med en positiv syn på sig själva anstränger sig för att övervinna även stora hinder i livet medan personer med en negativ självuppfattning tenderar att inte prestera enligt sin kapacitet. De uppfattningar en människa har om sig själv påverkar således starkt hennes handlande (Pajares, 1996). Människans beteende, hennes val, hennes ansträngningar och uthållighet baserar sig inte på hurdan hon egentligen är, utan på hurdan hon tror sig vara (Skaalvik, 1997, s. 51). Om en människa inte tror att hon kan uppnå ett visst resultat är hon inte heller särskilt ivrig att försöka. En människas uppfattning om sig själv har därför stor betydelse för hur hon lyckas bl.a. i sin skolgång. En positiv självuppfattning kan ses som en väg till skolframgång, men en utveckling av elevernas självuppfattning i positiv riktning bör även ha ett egenvärde inom utbildningen (Shavelson, Hubner & Stanton, 1976; Shavelson & Bolus, 1982). Skaalvik & Skaalvik (1988, s. 9) ser det t.o.m. som en av skolans mest primära uppgifter att fästa stor vikt vid barns och ungas värdesättande av sig själva.

Forskning kring självuppfattningar och andra närliggande självbegrepp har varit behäftad med problem bl.a. på grund av oklara definitioner av begrepp och brister i mätmetoder (Wigfield & Karpathian, 1991). Begrepp som använts mer eller mindre synonymt med självuppfattning eller självbild (*self-concept*) är t.ex. *self*, *self-awareness*, *self-consciousness*, *self-estimation*, *self-identity*, *self-image* och *self-perception* (Byrne, 1996, s. 2). Ett annat närliggande begrepp är självkänsla (*self-worth*, *self-esteem*) som avser av de känslor och emotioner vi har visavi oss själva (Pintrich & Schunk, 2002, s. 305). Wigfield & Karpathian (1991) beskriver självuppfattningen som individens kunskap om sig själv (t.ex. jag är bra i matematik), medan de beskriver självkänslan som människans känslor visavi de olika attributen hon tillskriver sig själv (t.ex. jag är glad över den jag är). Enligt Pajares (1996) utgör självtilltro (*self-efficacy*) en komponent inom individens självuppfattning. Denna självtilltro är en kontextrelaterad bedömning som individen gör om den egna förmågan att klara av en specifik uppgift (Pajares, 1996). Medan självuppfattningen speglar en individs allmänna uppfattning om sig själv inom ett visst område representerar självtilltron individens förväntningar på och övertygelse om vad hon kan prestera i en given situation (Bong & Skaalvik, 2003).

Skaalvik & Skaalvik (1988, s. 13) beskriver begreppet självuppfattning som varje uppfattning individen har om sig själv, eller det individen tror eller vet om sig själv. Rosenberg (1979, s. 7) definierar självuppfattning som "...the totality of the individual's thoughts and feelings having reference to himself as an object". Byrne (1984) beskriver begreppet självuppfattning som individens attityder till, känslor visavi och kunskap om sin förmåga, sina färdigheter och hur andra uppfattar henne och hur hon accepteras socialt.

Flera forskare poängterar självuppfattningens uppdelning i såväl en kognitiv som en affektiv dimension. Scheirer & Kraut (1979) ser självuppfattningen som en komplex konstruktion som innehåller både deskriptiva, utvärderande, komparativa och affektiva aspekter som kan och bör särskiljas. Enligt Pajares (1996) inbegriper självuppfattning bedömningar om den egna kompetensen kopplade till utvärderande reaktioner och känslor av egenvärde (*self-worth*).

Den kognitiva dimensionen av självuppfattningen kan beskrivas som individens medvetenhet om och förståelse för det egna jaget och för sina egenskaper (Bong & Clark, 1999). De kognitiva komponenterna kan i sin tur uppdelas i en deskriptiv och en utvärderande del. Enligt Shavelson & al. (1976) utvecklar individen inte bara en egen beskrivning av sig själv i olika situationer utan hon utvärderar samtidigt sig själv i dessa situationer. Det är dock svårt att göra en klar distinktion mellan det deskriptiva och det utvärderande elementet (Skaalvik, 1997, s. 53). T.ex. innehåller de båda utsagorna ”jag är kort” och ”jag har lätt för att lära mig matematik” både en deskriptiv och en utvärderande aspekt.

Den affektiva dimensionen av självuppfattningen är nära kopplad till den utvärderande aspekten av självuppfattningen (Ruble, Parsons & Ross, 1976) och formas via individens värderingar och ideal (Skaalvik, 1997, s. 54). Den affektiva dimensionen kan exempelvis uttryckas med ”jag är stolt över att jag är bra i matematik”. Den affektiva dimensionen av självuppfattningen kan vara svår att separera från självkänslan (self-esteem). Självkänslan eller självvärderingen bör dock uppfattas som individens mer generella känslor av egenvärde, medan självuppfattningen är kopplad till uppfattningar och känslor inom specifika domäner (Bong & Clark, 1999). De affektiva värderingarna av självet anses vara betydelsefulla med tanke på motivationen (Bong & Skaalvik, 2003). En elev undviker uppgifter och situationer som får henne att känna sig dålig medan framgång leder till att hon uppfattar sig kompetent och blir motiverad (Wigfield & Karpathian, 1991).

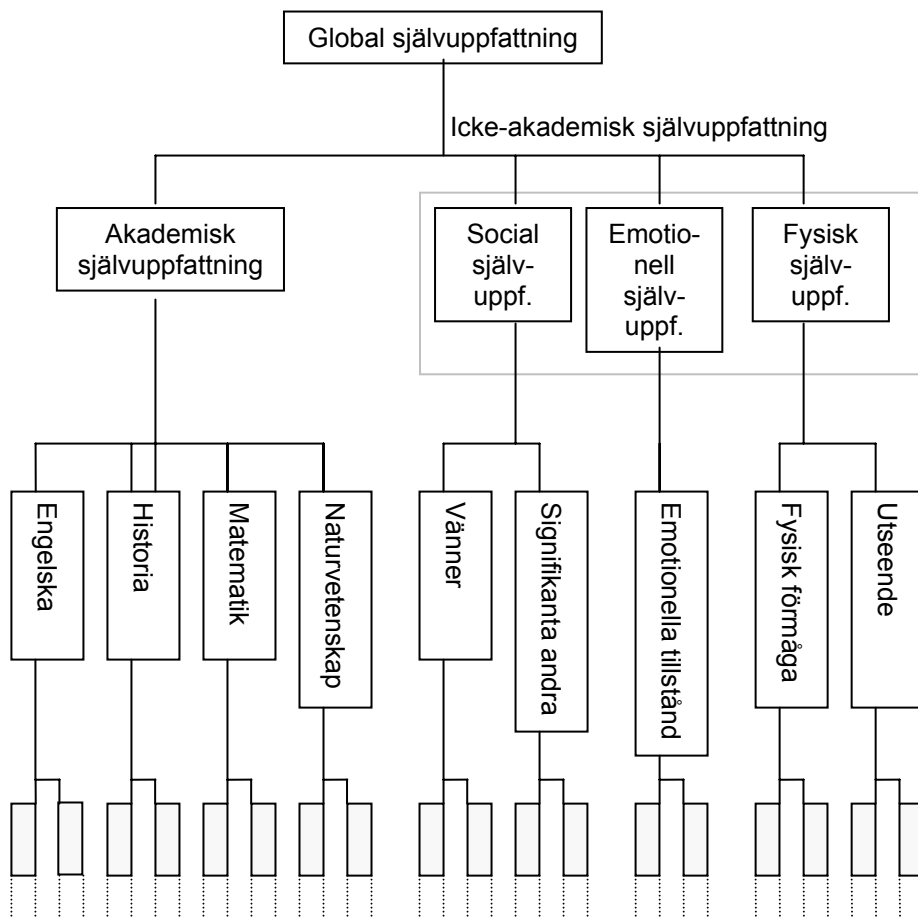
En individs uppfattning om sig själv formas genom de erfarenheter hon har och påverkas speciellt av omgivningens respons och genom signifikanta andra, vilka kan växla mellan t.ex. föräldrar, lärare, vänner eller klasskamrater (Byrne, 1984; Shavelson, Hubner & Stanton 1976; Bong & Clark, 1999). Skaalvik (1997, s. 60-73) identifierar fem nyckelfaktorer som ligger till grund då individen formar sin självuppfattning. Den första faktorn utgörs av individens referensramar, vilka dels består av den sociala kontexten, dels av individen själv. Eleven jämför sina egna prestationer med sina klasskamrater, men också med sina egna prestationer på andra områden. Den andra faktorn är kausal attribution, d.v.s. faktorer som individen använder för att förklara sina framgångar och misslyckanden. Den tredje faktorn innebär en påverkan

på individens självuppfattning genom att hon speglar andra människors värderingar av henne, framför allt signifikanta andra. Denna faktor kan härledas från Mead (1934) som hävdade att individen med tiden börjar se på sig själv på det sätt som omgivningen ser på henne. Den fjärde faktorn är, enligt Skaalvik, en påverkan av individens tidigare erfarenheter på ett område. Att lösa ett svårt problem kan ge eleven en känsla av framgång som kan påverka hennes självuppfattning. Den femte faktorn utgörs av den psykologiska betydelsen, d.v.s. vilken vikt individen lägger vid ett område. Individen tillskriver sina erfarenheter från olika områden olika vikt eller betydelse. Att inte vara framgångsrik i pianospel behöver inte påverka den egna självbilden i någon större utsträckning om man inte tycker att det är viktigt att kunna spela piano. Den allmänna självbilden påverkas mindre av individens uppfattningar om sig själv på ett område hon uppfattar som mindre viktigt än på ett område som är viktigt för henne (Wigfield & Karpathian, 1991).

Historiskt har forskning kring självuppfattning utgått från en allmän självuppfattning, men idag ligger fokus på självuppfattning inom specifika ämnesområden (Bong & Skaalvik, 2003). Shavelson, Hubner & Stanton (1976) utvecklade på 1970-talet en mångfacetterad, strukturerad och hierarkisk modell av självuppfattning för att svara på de brister i de teoretiska modeller som då existerade. Enligt deras modell kan den allmänna självuppfattningen indelas i en akademisk och i en icke-akademisk komponent (figur 5.1). Individens självuppfattning inom de olika teoretiska skolämnena (t.ex. matematik, modersmål, naturvetenskap) bildar, enligt modellen, en sammansatt akademisk självuppfattning, medan den icke-akademiska självuppfattningen omfattar individens sociala, emotionella och fysiska självuppfattning.

Marsh och Shavelson (1985) samt Shavelson och Marsh (1986) testade modellen och fann att förekomsten av en generell akademisk självuppfattning inte till alla delar stämde överens med deras forskningsresultat. Detta ledde till en utveckling av den hierarkiska modellen, så att den akademiska självuppfattningen uppdelades i två andra ordningens akademiska faktorer; en verbal akademisk självuppfattning och en matematisk akademisk självuppfattning. Denna uppdelning ledde till grafisk representation där den verbala akademiska självuppfattningen och den matematiska akademiska självuppfattningen är uppdelad i olika skoldiscipliner (Marsh, Byrne &

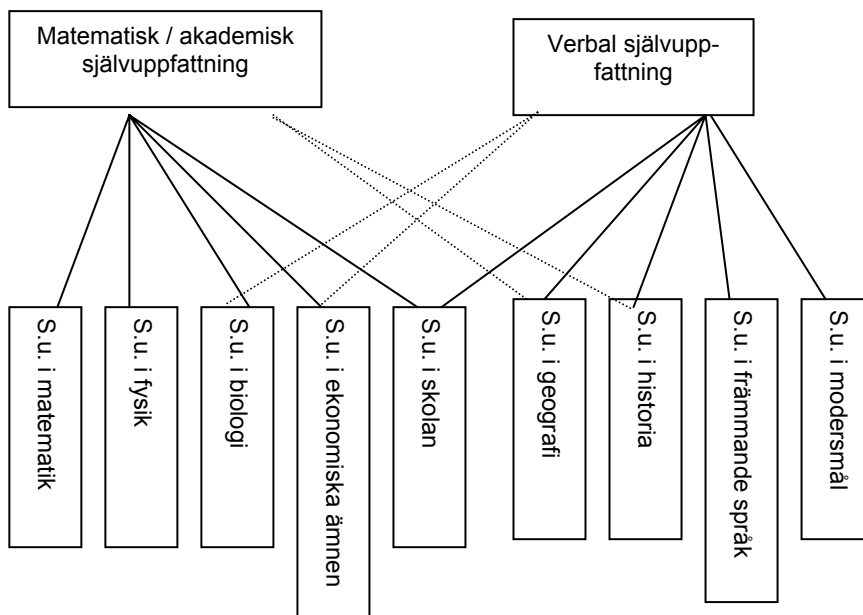
Shavelson, 1988) (figur 5.2). Enligt denna modell är exempelvis elevernas självuppfattning i biologi underställd såväl deras matematiska som deras verbala självuppfattning, medan deras självuppfattning i fysik är underställd deras matematiska självuppfattning.



Figur 5.1. Självuppfattningens hierarkiska och mångdimensionella struktur, enligt Shavelson, Hubner och Stanton (1976).

Uppdelningen i en matematisk akademisk självuppfattning och en verbal akademisk självuppfattning ledde vidare till utvecklandet av en I/E-modell (intern/extern) av Marsh (Marsh, 1986). Enligt denna modell formas individens självuppfattning både genom interna och externa jämförelser eller referensramar. Den externa jämförelsen innebär att eleven jämför sin egen självuppfattade matematiska och verbala förmåga med andra i klassen. Denna

jämförelse fungerar som en grund för hennes matematiska och verbala självuppfattning. Den interna jämförelsen innebär att eleven jämför sin självuppfattade matematiska förmåga med sin självuppfattade verbala förmåga. Denna jämförelse utgör en andra grund för hennes matematiska och verbala självuppfattning.



Figur 5.2. En uppdelning av den akademiska självuppfattningen i en verbal och en matematisk faktor, enligt Marsh, Byrne och Shavelson (1988).

5.3 Attityder

Attityd är en term som ingår i vardagsspråket, vilket gör att de flesta av oss har en bestämd uppfattning om vad ordet innebär. Inom forskningen har dock ordet attityd haft en något varierande innebörd och sammanblandats med andra närliggande begrepp. Detta har gjort att forskningen på detta område uppfattats som kaotisk och förvirrande (Shrigley, 1983).

Attityder har bland socialpsykologer uppfattats som viktiga genom att man uppfattat att de kan förklara individens beteende (Schibeci, 1983). Attityder

är inte medfödda utan man utvecklar dem, medvetet eller omedvetet, på basis av sina erfarenheter och de kan därför förändras (Koballa, 1988).

I *The International Encyclopedia of Education* (1985) definieras ordet attityd som *positiva och negativa känslor en individ har gentemot objekt, personer eller idéer*. McLeod (1992) använder, i sin översiktsartikel om affekt inom matematikundervisning, attityd i betydelsen *affektiv respons som innefattar positiva och negativa känslor av moderat styrka och av rimlig stabilitet*, vilket dels begränsar känsloregistret hos attityder, dels lyfter fram attitydernas mera varaktiga karaktär i motsats till mer kortvariga starka emotioner. Attityder som gäller kemi kan då t.ex. vara att tycka om kemi, att inte tycka om att räkna i kemi, att känna en viss rädsla inför laborationer eller att tycka det är roligt att göra experiment. I denna avhandling använder jag den definition som Simpson & al. (1994, s. 212) ger. De definierar attityd som *en benägenhet (predisposition) att reagera positivt eller negativt i relation till saker, människor, platser, händelser eller idéer*. Denna definition lyfter fram att attityderna alltid riktar sig mot någon typ av objekt, vilket saknas i den definition som McLeod använder. Objektet kan vara såväl konkret som abstrakt till sin natur eller innebära någon form av situation eller handlande (Koballa, 1988).

Attityder till naturvetenskap har fått en viktig plats inom forskningen sedan 1960-talet. Gardner (1975) lyfte fram behovet av att skilja på innebörden i naturvetenskapliga attityder och attityder till naturvetenskap. (Natur)vetenskapliga attityder kan kopplas till specifika egenskaper som en vetenskapsman förväntas ha, såsom t.ex. fördomsfrihet och ärlighet och en vilja att veta och förstå (Gardner & Gauld, 1990, s. 132). Attityder till naturvetenskap syftar på allmänna och bestående positiva eller negativa känslor i förhållande till naturvetenskap (Koballa, 1995, s. 62). Dessa attityder är ett resultat av elevernas egna föreställningar om och erfarenheter av naturvetenskap i olika sammanhang (Bennett, 2003, s. 179). Elevernas erfarenheter är inte begränsade till skolan och undervisningen där, utan eleverna kommer i kontakt med naturvetenskap också på fritiden, t.ex. via TV och andra medier, vilket säkerligen påverkar deras allmänna attityd till naturvetenskapen. Naturvetenskap kan inte heller ses som ett enda ämne och en helhet, utan då man studerar attityder måste man skilja mellan de olika

disciplinerna eftersom attityderna varierar kraftigt mellan dessa (Kelly, 1986). Elever kan även ha olika attityd till naturvetenskap sådan den undervisas i skolan och till naturvetenskapen utanför skolan (Simon, 2000, s. 109–110). Elever kan t.ex. tycka att naturvetenskap i skolan är tråkig medan de har positiva attityder till naturvetenskapen i samhället utanför.

5.4 Motivation

Ordet *motivation* kan härledas från latinets *movere* som betyder röra sig (jfr eng. move). Kopplingen mellan motivation och rörelse kan ses i att motivationen är något som får människan att börja med någonting, håller henne i gång och hjälper henne att slutföra en uppgift (Pintrich & Schunk 2002, s. 5).

De flesta är överens om att motivationen är en faktor som påverkar vad, hur och när individen lär sig. En individ som är motiverad att lära sig engagerar sig och kan visa stor uthållighet att genomföra en uppgift. Samtidigt påverkar elevens lärande och hennes prestationer motivationen (Schunk, 1991). Pintrich & Schunk (2002, s. 5) ger följande allmänna definition av motivation: *Motivation is the process whereby goal-directed activity is instigated and sustained.* Enligt denna definition är motivationen en *process* snarare än en produkt. Motivationen kan därför inte direkt observeras. Vi kan närmast sluta oss till den utgående från beteenden såsom uthållighet, hur mycket en individ anstränger sig, individens val av uppgifter eller kurs eller genom att individen verbalt ger uttryck för motivation. Denna definition av motivation inbegriper också någon form av mål för handlandet. Målet behöver inte vara formulerat, men individen har något han eller hon strävar efter att uppnå eller att undvika.

Motivationen bör dock inte ses enbart ur ett individuellt perspektiv utan även ur ett socialt perspektiv. I en gemensam aktivitet kan motivation uppstå genom den sociala processen, vilket kan iaktas i form av ett kognitivt och ett affektivt engagemang i gruppen (Sivan, 1986). Lärandet i grupp karakteriseras av processer där såväl de som kan mera i en grupp som de som kan mindre kan bli engagerade och bygga upp sin kunskap i kommunikation med varandra. Denna situation kan medföra att själva problemlösningsprocessen i

gruppen ligger till grund för elevernas intresse eller motivation (Hickey, 1997).

5.4.1 Motivation och intresse

Enligt Hidi och Harackiewicz (2000) är intresset och inte intellektet den verkliga pedagogiska utmaningen idag. Redan i början av 1800-talet identifierade den tyska filosofen Herbart ett nära samband mellan intresse och lärande (Hidi, 1990). Dewey kan ses som en föregångare för modernare intresseforskning. Han framhöll intressets betydelse för lärandet och uppfattade intresset som ett resultat av interaktionen mellan en människa och hennes omgivning (Dewey, 1916, s. 126). Enligt Dewey är inte intresset enbart något som människan har eller inte har, utan något som påverkas av egenskaper hos ett objekt eller en uppgift. Ett intresse är alltid relaterat till någonting specifikt, t.ex. ett ämne, en viss uppgift eller en aktivitet (Schiefele, 1991). Intresset inbegriper en affektiv komponent, såsom en upplevelse av glädje eller positiva känslor, men också en komponent som innebär en ökad uppmärksamhet riktad mot objektet. Denna riktade uppmärksamhet kan ses som en följd av det affektiva engagemanget (Pintrich & Schunk, 2002, s. 291).

Intresseforskare skiljer mellan ett *personligt intresse* och ett *situationsbundet intresse* (Hidi, 1991). Det personliga eller individuella intresset karakteriseras av en relativt stabil inställning till eller orientering i förhållande till ett ämnesområde eller en aktivitet. Detta intresse utvecklas under en längre tid och kan sammankopplas med en ökad kunskap och uppfattningar om värde samt med positiva känslor (Hidi & Harackiewicz, 2000). Det personliga intresset kan rikta sig mot ett specifikt ämne eller ett visst innehåll i ämnet eller en aktivitet (t.ex. ”jag är inte intresserad av kemi, men jag är intresserad av att laborera”). Ett personligt intresse är också nära kopplat till en positiv attityd till ett ämne eller en aktivitet (Pintrich & Schunk, 2002, s. 290).

Det situationsbundna intresset är i första hand förhållandevis flyktigt till sin karaktär. Det definieras, enligt Krapp, Hidi & Renninger (1992), som ett psykologiskt tillstånd hos en individ, vilket uppstår tack vare specifika drag hos en aktivitet eller en uppgift som gör aktiviteten eller uppgiften intressant

(t.ex. ” jag tycker att den här laborationen var intressant därför att vi fick se så många överraskande färgreaktioner”). Det situationsbundna intressets affektiva dimension kan vara såväl positiv som negativ (Iran-Nejed, 1987). Man kan uppleva en demonstration av en spektakulär explosiv reaktion som intressant även om den väcker negativa känslor i form av rädslor.

De båda typerna av intresse skall inte ses som två olika fenomen isolerade från varandra, utan de samverkar och påverkar varandra (Hidi, 1990). En person som har ett personligt intresse för ett skolämne reagerar på aktiviteter kopplade till detta ämne på ett annat sätt än en som inte har ett personligt intresse. Ett situationsbundet intresse som vaknar tack vare en intresseväckande aktivitet kan leda vidare till ett mera stabilt personligt intresse. Enligt Hidi kan uppkomsten av ett situationsbundet intresse ha en positiv inverkan på elever som inte är skolmotiverade, och det kan vara speciellt betydelsefullt för lärandet inom områden där eleverna inte har tidigare erfarenheter. Forskning visar att det finns ett positivt samband mellan såväl ett situationsbundet intresse som ett personligt intresse och uppmärksamhet, uppfattningsförmåga, djupare kognitivt engagemang samt prestation (Pintrich & Schunk, 2002, s. 295).

Om man ser ett situationsbundet intresse som en väg mot ett mera personligt intresse är det väsentligt att identifiera utmärkande drag hos aktiviteter och uppgifter som kan stimulera intresset. Mitchell (1993) delar upp det situationsbundna intresset i två olika faser: en första fas där intresset vaknar och en andra fas som innebär att intresset bibehålls. Mitchell har undersökt vilka klassrumsfaktorer som påverkat elevernas situationsbundna intresse i en matematikklass. Han fann att t.ex. grupparbeten och användning av datorer kunde väcka intresset men inte hålla det kvar någon längre stund, medan uppgifter som eleverna upplevde som meningsfulla och uppgifter där eleverna engagerade sig aktivt i lärandet kunde bidra till att elevernas intresse bibehölls. Harackiewicz & al. (2000) har kommit till liknande resultat. Då eleverna upplevde ett meningsfullt innehåll visade de också ett mer ihållande intresse.

Ett begrepp som kan jämföras med den affektiva komponenten av intresset är *flow*, ett tillstånd som utmärks av positiv affekt och glädje. Enligt Csikszent-

mihalyi (1999) styrs individens beteende av två olika typer av motivationskrafter, en yttre och en inre. De yttre krafterna utgörs av biologiska behov (exempelvis mat och sömn) och av ett belöningssystem som skapats av samhället (exempelvis pengar, vitsord, prestige). De inre krafterna har sin utgångspunkt i att individen uppfattar en aktivitet eller ett resultat värt att sträva efter för dess egen skull. Den optimala upplevelsen är i sig själva syftet med aktiviteten (Csikszentmihalyi, 1992, s. 91). Csikszentmihalyi kallar en sådan handling för autotelisk, vilket syftar på att man utför handlingen för dess egen skull och inte för att man förväntar sig någon belöning eller fördel av den i framtiden. En individ som är engagerad i en uppgift, som hon upplever en inre motivation för, speglar i allmänhet ett totalt engagemang i uppgiften. Detta engagemang har Csikszentmihalyi gett termen "flow" som han definierar som *the holistic sensation that people feel when they act with total involvement* (Csikszentmihalyi, 1985, s. 36). Dewey (1933/1998) använder begreppet "helhjärtat" och beskriver det så, att då en individ är djupt intresserad av ett objekt eller en faktor kastar hon sig in i det hela helhjärtat. En individ som upplever flow är så intensivt engagerad i sin uppgift att hon kan glömma både tid och rum. Upplevelsen av flow är mera sannolik i aktiviteter som tillåter fria uttryck och kreativitet. Den kritiska variabeln för flow är förhållandet mellan utmaning och färdighet. Förutsättningar för flow i undervisningen är att läraren lyckas skapa uppgifter som ligger på rätt utmaningsnivå för eleverna, så att de upplever positiv affekt och njuter av uppgiften (Pintrick & Schunk, 2002, s. 285). Alltför lätta uppgifter gör eleverna uttråkade och alltför svåra kan göra eleverna ängsliga eller oroliga.

En aktivitet som engagerar individen såväl kognitivt som affektivt karakteriseras av en affektiv-kognitiv syntes (Hidi & Harckiewicz, 2000). En sådan aktivitet innebär att positiva affektiva kvaliteter såsom känslor av nöje eller glädje kombineras med kognitiva aktiviteter såsom riktad uppmärksamhet och meningsfullt lärande. Genom sådana aktiviteter kan ett situationsbundet intresse bibehållas och utvecklas vidare till ett personligt intresse.

5.4.2 Motivation och mål för lärandet

Teorier kring målinriktning (goal orientation) har sin bakgrund i att forskarna sökt förklaringar till de sätt på vilket olika elever väljer att lära sig. Det finns ett flertal olika varianter av teorier kring målinriktning, men det gemensamma för dem är att de försöker förklara vilka bakomliggande syften en individ har då han eller hon engagerar sig i en uppgift eller i ett ämne (Pintrich & Schunk, 2002, s. 213). Människans målinriktning definieras av ett integrerat mönster av uppfattningar, egenskaper och känslor som tillsammans påverkar hennes sätt att angripa och engagera sig i en uppgift (Ames, 1992). Målen uppdelas i två huvudtyper, *lärandemål* (learning goal) och *prestationsmål* (performance goal) (Dweck & Leggett, 1988). Begreppen sammankopplas även med de båda begreppen *inre* (intrinsic) och *yttre* (extrinsic) *motivation*, där inre motivation innebär att en människa engagerar sig i en uppgift för dess egen skull, därför att hon gillar den och det ger tillfredsställelse (jfr flow), medan yttre motivation innebär att hon utför en uppgift därför att hon t.ex. kan få någon form av belöning eller för att hon vill undvika ett straff (Deci & al., 1991).

Att en individ har ett lärandemål innebär att individen är inriktad på att utveckla nya färdigheter, att förbättra sin egen kompetens, att klara av utmaningar och att utveckla sin egen förståelse. En elev som arbetar utgående från lärandemål uppfattar att det finns ett positivt samband mellan hennes ansträngningar och resultat (Ames, 1992). Då elevens ansträngningar leder till resultat upplever hon tillfredsställelse och stolthet (Jagacinski & Nicholls, 1984, 1987). En inriktning på lärandemål sammankopplas med att individen föredrar utmanande uppgifter (Ames & Archer, 1988), att hon är beredd att lägga ner mycket tid på en uppgift (Butler, 1987) och att hon visar uthållighet även då hon stöter på svårigheter (Elliot & Dweck, 1988).

Att en individ har ett prestationsmål innebär däremot att eleven är mera inriktad på att visa upp sin egen kompetens, att klara sig bättre än andra, att uppfylla andras, såsom lärarens eller föräldrarnas, krav och förväntningar (Pintrich & Schunk, 2002, s. 214). Utmärkande för en elev med inriktning på prestationsmål är fokuseringen på den egna förmågan och den egna självkänslan (Dweck, 1986). Ett utslag av förmåga är att man klarar sig bättre än

andra eller att man klarar sig med liten ansträngning (Ames, 1992). För den prestationsinriktade kan den egna ansträngningen vara ett direkt hot, i och med att ett misslyckande samtidigt utgör ett hot mot den egna självkänslan (Covington & Omelich, 1979).

Fokuseringen på enbart kognitiva mål inom den målorienterade motivationsforskningen har kritiserats för att ignorera andra typer av mål. Med användningen av begreppet *multipla mål* vill forskare lyfta fram elevernas sociala och emotionella mål utöver de kognitiva målen (Ford, 1992; Wentzel, 1989; Giota, 2001). Väsentligt för hur eleverna klarar av olika skoluppgifter är hur de klarar av olika sociala situationer (Giota, 2002).

Med hjälp av strukturerna i klassrummet kan en lärare främja elevernas inriktning mot lärandemål. Dessa strukturer innefattar hur en uppgift är formulerad, vilka utvärderingsmetoder som används, om eleverna får ta eget ansvar (Ames, 1992) samt hurdan klassrumsklimatet är och vilka de sociala strukturerna i klassen är (Blumenfelt, 1992). Elevernas inriktning på lärandemål främjas av att de ställs inför uppgifter som de upplever som relevanta och meningsfulla med tanke på deras eget lärande, att de ges tillräckligt med tid för att planera och genomföra uppgifter, samt att uppgifterna ligger på rätt nivå (Pintrich & Schunk, 2002, s. 233–236). Uppgifter där eleverna upplever att de själva kan påverka utformningen och där de har möjligheter till egna val ökar deras intresse och deras kognitiva engagemang, vilket främjar en inriktning på lärandemål och inre motivation (Ames, 1992). Om läraren skapar undervisningssituationer där eleverna blir beroende av varandra i klassen och det blir väsentligt att man hjälper varandra, blir klasskamraterna en källa till ny information i stället för ett hot mot den egna självkänslan (Resnick, 1987). Känslan av tillhörighet och socialt ansvar inför den egna gruppen kan samtidigt stimulera till större egna ansträngningar (Wentzel, 1991).

5.4.3 Motivation enligt förväntan–värde-teori

Eccles m.fl. (Eccles, 1983; Wigfield & Eccles, 1992) har utvecklat en motivationsteori som relaterar till elevernas egna förväntningar att lyckas i skolan, samt till hur eleverna värdesätter olika typer av skoluppgifter. Deras

teori benämns *expectancy-value* modellen och jag använder här som en svensk benämning *förväntan-värde-modellen*. Enligt denna modell är de två mest betydelsefulla faktorer som styr en elevs agerande då hon skall utföra en skoluppgift hennes förväntningar och hennes uppfattningar om uppgiftens värde. Dessa två faktorer har en direkt inverkan på elevens prestationer, på hennes uthållighet och val av uppgifter (Eccles & Wigfield, 2002, s. 12).

Elevens förväntningar kan sammankopplas med frågan ”klarar jag av denna uppgift?” (Pintrich & Schunk, 2002, s. 60–62). Eleven gör en bedömning av uppgiftens svårighetsgrad i relation till sin uppfattning om den egna förmågan (Eccles & Wigfield, 2002). Individens självskeman som innefattar hennes självuppfattning inom olika områden påverkar hennes förväntningar. Elevens självuppfattning har således, enligt denna modell, en betydelse för hennes uthållighet och prestation.

Den andra betydelsefulla motivationsfaktorn, enligt förväntan-värde-modellen, är värdet, d.v.s. vilket värde eleven tillskriver uppgiften eller ämnesområdet. Denna faktor svarar på frågan ”varför skall jag göra denna uppgift?” (Pintrich & Schunk, 2002, s. 60-62). Eccles (1983) delar upp elevens uppfattning om värdet i fyra komponenter; betydelsevärde, inre värde, nyttovärde samt kostnadsvärde. Betydelsevärdet kan beskrivas utgående från den vikt eller betydelse individen lägger på att lyckas väl med en uppgift. Vikten kan i sin tur kopplas till individens självuppfattning och hur viktig för hennes självuppfattning ifrågavarande uppgift eller ämnesområde är (Pintrich & Schunk, 2002, s. 72). Det inre värdet utgörs av den njutning individen upplever då hon genomför uppgiften eller av hennes intresse för ämnet (Eccles & Wigfield, 2002, s. 13). Denna komponent kan jämföras med ovan beskrivna motivationsfaktorer såsom inre motivation (Deci & al., 1991) och flow (Csikszentmihalyi, 1985). Den tredje komponenten, nyttovärdet, definieras utgående från hur nyttig uppgiften är för individen såväl med tanke på kortsiktiga som långsiktiga mål (Eccles & Wigfield, 2002, s. 13). En elev kan t.ex. välja att läsa ett ämne för att hon behöver ett gott vitsord i ämnet inför kommande yrkesval. Nyttovärdet kan även kopplas till uppfattningar om nyttan utanför skolan, t.ex. i hemmet, och kan gälla elevens uppfattningar om relevansen av en viss uppgift (Alsop, 2005b, s.154) Den sista komponenten, kostnadsvärdet, beskriver den negativa aspekten av att engagera sig i en uppgift, såsom rädsla för att misslyckas och hur mycket man är beredd att anstränga sig för att lyckas (Wigfield & Eccles, 1992).

6 Metoder och genomförande

6.1 Forskningens specifika frågeställningar

Utgångspunkten för undersökningen är elevernas kognitiva och affektiva lärande i samband med laborationerna i kemi. Syftet med de öppna laborationerna är att elevernas tänkande skall utmanas och att V-diagrammen skall utgöra ett verktyg för utvecklandet av elevernas tänkande. En undervisning, där eleverna får arbeta självständigt med kognitiva utmaningar på en lämplig nivå, kan samtidigt påverka elevernas attityder till ämnet positivt och leda till ett ökat intresse, samt även ha en positiv inverkan på deras självuppfattning. Läraren är dock avgörande för det som sker i klassen. Hans attityder till laborationer, till lärandet och till eleverna styr valet av undervisningsmetoder och aktiviteter, och därmed även utformningen av laborationerna. Mot denna bakgrund har de fem övergripande forskningsfrågorna vuxit fram. Frågorna har vidare delats upp i ett antal underordnade forskningsfrågor.

Den första frågeställningen studerar elevernas förståelse och lärande i samband med de öppna laborationerna och användningen av V-diagram.

På vilket sätt hjälpte arbetet med öppna laborationer i kombination med V-diagram eleverna att utveckla sin förståelse i kemi? (Kap. 13.2)

- *Vilka var elevernas uppfattningar om lärandet?*
- *Vad lärde sig eleverna?*
- *Hur lärde sig eleverna?*
- *På vilket sätt bidrog V-diagrammen till elevernas förståelse?*
- *Vilka problem med förståelse framkom?*

Den andra och tredje frågeställningen studerar affektiva dimensioner av elevernas lärande.

På vilket sätt inverkade arbetet med öppna laborationer och V-diagram på elevernas attityder och motivation med fokus på intresse? (Kap. 13.3)

- *Hur inverkade arbetet på elevernas situationsbundna intresse?*
- *Vilket var elevernas intresse för kemi efter kemikursen?*
- *Vilka attityder hade eleverna till V-diagram?*

På vilket sätt inverkade arbetet med öppna laborationer på elevernas självuppfattning? (Kap. 13.4)

Den fjärde frågeställningen fokuserar på läraren och lärarens roll i samband med de öppna laborationerna.

Vilken var lärarens roll vid de öppna laborationerna? (Kap 13.5)

- *Vilken var lärarens självtilltro?*
- *Vilka var lärarens uppfattningar om undervisning och lärande?*
- *Vilken var lärarens roll?*
- *Vilka var lärarens uppfattningar om elevernas och deras roller?*

Den femte och sista frågeställningen, som i denna avhandling samtidigt behandlas som en bakgrundsfaktor, studerar laborationens roll i grundskolans³ kemiundervisning och lärarnas uppfattningar om laborationer och öppna laborationer.

Vilka är förutsättningarna för öppna laborationer i kemiundervisningen ur ett lärarperspektiv? (Kap. 8)

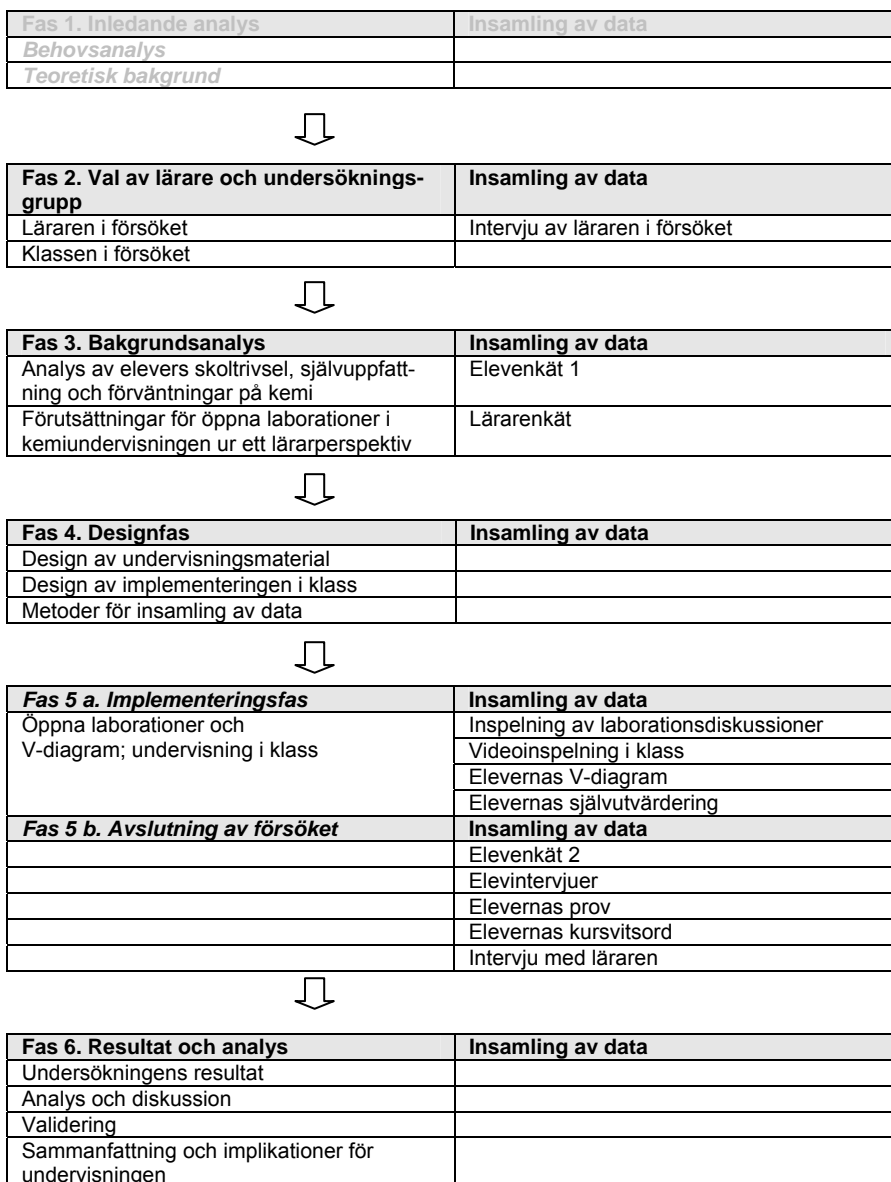
- *Hur använder lärarna laborationerna i sin kemiundervisning?*
- *Vilka är förutsättningarna för öppna laborationer utgående från lärarnas uppfattningar?*

6.2 Undersökningens uppläggning och datainsamling

En översikt över undersökningens olika faser samt avhandlingens uppläggning presenterades tidigare i avhandlingen i figur 1.3. Projektets första fas,

³ Sedan 2004 används i Finland benämningen "den grundläggande utbildningen" för skolor med undervisning i årskurserna 1–9. Undersökningen i denna avhandling gjordes år 2003. Därför används den tidigare benämningen grundskola. I avhandlingen används också den tidigare benämningen "högstadium", vilken även den slopades år 2004.

den inledande analysen, innefattande behovsanalysen samt den teoretiska bakgrunden, har redovisats i kapitlen 1 samt 3–5. I det här kapitlet beskrivs mera detaljerat det praktiska genomförandet av undersökningen med tyngdpunkt på datainsamlingen, samt på principerna för resultatredovisningen, analysen och valideringen.



Figur 6.1. Metoder för datainsamlingen under undersökningens olika faser.

I figur 6.1 kompletteras den tidigare figuren 1.3 med de olika metoder för insamling av data som använts under projektets olika faser. Denna figur kompletteras senare i detta kapitel ytterligare med mera detaljerad information om de olika datamaterialen (tabell 6.1).

Undersökningens olika faser skall inte till alla delar ses som en kronologisk beskrivning av den ordningsföljd de olika momenten genomfördes, utan utgör snarast en beskrivning av de olika delarnas logiska placering. Som exempel kan nämnas lärarenkäten som sändes till lärarna efter implementeringen av de öppna laborationerna och V-diagrammen i undervisningen i undersökningsklassen. Den tidsmässiga ordningsföljden saknar i detta fall betydelse, eftersom lärarenkäten var helt fristående från försöket i övrigt, men genom att resultat från denna enkät använts i den fortsatta analysen av eleverna efter kemikursen, föll sig placeringen i avsnittet ”bakgrundsanalys” naturlig.

6.3 Bakgrundsanalys och val

6.3.1 Läraren i försöket

Mitt val av lärare och skola för denna undersökning styrdes i första hand av skolans placering. För att ett nära samarbete mellan mig och läraren skulle vara möjligt, och för att jag själv skulle kunna närvara i den klass där försöket med de öppna laborationerna och V-diagrammen skulle genomföras, var det nödvändigt att skolan fanns i nära anslutning till min arbetsplats. Då jag sökte en lärare för projektet behövde jag en lärare som var villig att delta i ett utvecklingsprojekt, villig att utveckla och förändra sin undervisning samt beredd att ta emot mig som forskare i sitt klassrum. Mitt val föll på *Maja* (ej hennes riktiga namn) och hon ställde sig till förfogande för detta forskningsprojekt. Jag hade tidigare erfarenheter av att samarbeta med Maja i samband med läromedelsproduktion.

Maja intervjuades av mig innan hon inledde den kemikurs inom vilken denna undersökning genomfördes. I intervjun behandlades frågeställningar som berörde Majas uppfattningar om kemiundervisning och laborationer och

frågor om hur Maja själv använde laborationer i sin undervisning, samt om hennes uppfattningar om elever och laborationer. Intervjun spelades in på minidisk och transkriberades i ett senare skede av mig.

Då undervisningsförsöket genomfördes hade Maja arbetat sju år som lärare, huvudsakligen i grundskolan. Hon är utbildad kemilärare med kemi som huvudämne och biologi som första biämne. Hennes motiv för att delta i projektet var att själv få utvecklas, att få lära sig något nytt som lärare, vilket hon hävdade att i förlängningen skulle gagna eleverna.

För Maja är det viktigt att kemiundervisningen leder till att eleverna blir medvetna om kemin i deras omgivning och att kemi finns överallt. Maja använde en betydande del av lektionstiden till laborationer och upplevde själv att utrustningsnivån med tanke på elevlaborationer i den skola hon arbetade var god. Hon sade sig arbeta induktivt i sin undervisning, d.v.s. hennes utgångspunkt för laborationerna var att de skall leda fram till en teori. Enligt henne kan laborationer också innehålla en nyttodimension, d.v.s. ge färdigheter och insikter som är användbara i vardagen. Majas uppfattning var att laborationerna hjälper eleverna att minnas på ett annat sätt än om de bara hört. ”Eleverna hör på olika sätt, det är inte säkert att de uppfattar det jag vill att de skall uppfatta då jag berättar.” Majas syn på lärandet präglades av ett konstruktivistiskt synsätt, även om hon själv inte beskrev sin uppfattning med de orden. En bra laboration skall enligt Maja vara enkel att genomföra, men ändå utmana tänkandet; eleverna skall komma fram till svaret genom sitt eget tänkande.

Maja hade i någon mån använt öppna laborationer i sin undervisning före den kurs inom vilken forskningsprojektet genomfördes, men enligt hennes egen uppfattning alltför lite. Hon ansåg att de öppna laborationerna leder bort tankarna från laborationerna som tidsfördriv. Då eleverna själva får planera är det allt fler elever som upptäcker väsentligheterna i laborationerna. Hennes strävan som lärare var att komma bort från ”korvstoppling” och att låta eleverna få ta flera egna initiativ, vilket hon uppfattade som viktigt med tanke på elevernas förståelse.

Majas syn på eleverna präglades av en tilltro till deras förmåga att ta ett större eget ansvar för sina aktiviteter, ett större ansvar än man av tradition ger dem i

undervisningen. Enligt henne kräver ett sådant arbetssätt att man som lärare känner sig säker i sin egen lärarroll. Hon upplevde dock att öppna laborationer inte fungerar i alla klasser. I en orolig grupp, med elever som har svårt att koncentrera sig, kan det vara svårt att genomföra öppna laborationer.

För Maja var V-diagrammen nya och främmande. Hon hade inte tidigare erfarenhet av att arbeta med detta verktyg. Hennes intresse för V-diagram vaknade i samband med att hon deltog i en fortbildningsdag för några läromedelsförfattare, där V-diagrammen och bakgrunden till dem presenterades. I hennes tidigare undervisning hade eleverna i allmänhet inte behövt skriva regelrätta laborationsrapporter och hon hade även upplevt ett visst motstånd mot rapporter bland eleverna. Enligt Maja kan rapportskrivande vara frustrerande, speciellt för elever med skrivsvårigheter. Däremot hade eleverna tidigare i samband med laborationerna i sitt arbetskompendium fått anteckna sina iakttagelser och resultat, ofta utgående från vägledande frågor.

6.3.2 Klassen i försöket

Undervisningen med de öppna laborationerna genomfördes i årskurs 7 i en finlandssvensk högstadieskola på landsbygden. Skolan har ca 300 elever fördelat på tre årskurser. Maja undervisade under ifrågavarande läsår i kemi i två olika klasser i årskurs 7. Hon valde själv ut den klass som deltog i undervisningen med de öppna laborationerna. Hennes val föll på den klass som hade fler elever (21 stycken) med motiveringen att hon upplevde klassen i fråga som en ”normal klass”. I klassen fanns några elever med speciella behov eller svårigheter, vilket Maja ändå inte ansåg utgöra ett hinder för att använda öppna laborationer i klassens kemiundervisning. Eleverna i klassen tillfrågades före projektet om de vara villiga att delta och de gav sitt samtycke. Klassen bestod av 10 flickor och 11 pojkar och benämns i denna avhandling ”undersökningsgruppen”.

6.3.3 Bakgrundsanalys av elevernas skoltrivsel, självuppfattning, attityder och förväntningar

De affektiva dimensionerna av elevernas lärande utgör ett av tyngdpunktsområdena i denna avhandling. Elevernas självuppfattning, attityder och

uppfattningar påverkar deras förväntningar på ett nytt undervisningsämne och på sina egna framgångar i ämnet. För att kunna analysera detta lät jag eleverna i undersökningsgruppen besvara en enkät innan de påbörjade sin första kemikurs. Enkätens frågor var uppdelade i följande olika delområden: skoltrivsel, självuppfattning (akademisk, social och fysisk), självuppfattning i matematik och biologi samt förväntningar på kemi och attityder till experiment i kemi. Frågorna uppbyggdes med utgångspunkt i Einar M. Skaalviks självuppfattningstest (Linnanmäki, 2002) men anpassades och utvecklades för att passa syftena med denna undersökning. Enkäten innehöll flera frågor som berörde samma frågeområde samt såväl positivt som negativt ställda frågor. Frågornas ordningsföljd var vald så att frågor från samma frågeområde inte kom direkt efter varandra. Antalet frågor eller påståenden i enkäten var 42. Eleverna skulle ta ställning till påståenden på en femgradig Likertskala. Svarsalternativen var ”sant”, ”delvis sant”, delvis sant/delvis fel”, ”delvis fel” och ”fel”. En preliminär version av enkäten presenterades vid ett forskarseminarium i januari 2003. På basis av diskussionen vid seminariet och de förbättringsförslag som framkom reviderades enkäten och fick därefter sin slutliga utformning (enkätfrågorna i bilaga 1).

För att säkerställa att undersökningsgruppen inte var avvikande från andra elevklasser i motsvarande ålder i något väsentligt avseende i fråga om självuppfattning samt attityder och förväntningar, sändes enkäten även till en *jämförelsegrupp* bestående av elever i årskurs 7 i tio andra högstadieskolor i Svenskfinland. Skolorna var valda så, att de representerade olika regioner i Svenskfinland, samt såväl urbana som rurala miljöer. Jämförelsegruppen bestod av 383 elever i årskurs 7.

Eleverna i undersökningsgruppen besvarade enkäten i mars 2003 då de inledde sin första kemikurs. Dessa elever hade under föregående hösttermin, hösten 2002, haft sin första fysikkurs med den lärare som var deras kemilärare under projektet. Eftersom enkäten fick sin slutliga utformning i februari 2003 och kemiundervisningen i årskurs 7 i de flesta skolor redan hade påbörjats (eller till och med avslutats) för ifrågavarande läsår, besvarades enkäten av jämförelsegruppens elever först i början av höstterminen 2003, vilket innebär att jämförelsegruppens elever gick i årskurs 7 under läsåret 2003–2004.

Eleverna i undersökningen, såväl undersökningsgruppen som jämförelsegruppen, följde den läroplan som grundade sig på Grunderna för grundskolans läroplan 1994 (Utbildningsstyrelsen, 1994). Detta innebär att kemi inte ingick som ett eget undervisningsämne i lågstadiet. Kemikursen i årskurs 7 var därmed elevernas första kemikurs.

6.3.4 Förutsättningar för öppna laborationer – ett lärarperspektiv

Lärarnas uppfattningar om undervisning och lärande är avgörande för kemiundervisningens utformning i klassen. Undervisningen påverkas av yttre ramfaktorer i form av resurser för undervisningen, vilket i sin tur påverkar tillgången till läromedel och annat undervisningsmaterial, samt utrustningsnivån med tanke på laborationer i kemi. Lärarens uppfattningar om elevernas förmåga, hans uppfattning om syftet med laborationerna men även hans egna ämneskunskaper påverkar valet av laborationer och utformningen av laborationerna. Förutsättningarna för att öppna laborationer skall bli en naturlig del av undervisningen i kemi är att lärarna kan se nyttan av denna typ av laborationer i den egna undervisningen, samt uppfattar att det finns yttre förutsättningar i form av lämpliga utrymmen och lämpliga gruppstorlekar. En ytterligare förutsättning är att lärarna har en syn på eleverna och deras lärande som tillåter att eleverna får ta ansvar för egen planering och utformning av laborationer.

För att analysera förutsättningarna för öppna laborationer i undervisningen utarbetades en enkät som sändes till kemilärarna i alla högstadieskolor i Svenskfinland. En testversion av enkäten utprövades med hjälp av tre verksamma kemilärare. På basis av denna utprövning och de kommentarer som de tre lärarna gav gjorde jag vissa justeringar i enkätens utformning, varefter den slutliga versionen av enkäten sändes till skolorna under vårterminen 2003 (bilaga 9).

Enkäten var uppdelad i tre delar. Den första delen bestod av frågor som berörde yttre förutsättningar för laborationer i kemiundervisningen samt frågor som gällde lärarnas användning av laborationer i den egna undervisningen. Den andra delen av enkäten berörde lärarnas uppfattningar om syftet

med laborationer i kemiundervisningen, och den tredje delen innehöll frågor i anslutning till öppna laborationer.

Enkäten sändes till alla 49 högstadieskolor i Svenskfinland och besvarades av lärare från 34 skolor. Sammanlagt inkom svar från 70 lärare. Exakt hur många lärare som vid tidpunkten undervisade i kemi i högstadiet har jag inte kunnat få uppgifter om. (En lärare som innehar en tjänst i matematik, fysik och kemi kan undervisa i kemi, men behöver inte göra det, medan kemi i någon skola kan undervisas av en lärare som inte har ämnet i sin tjänstbeskrivning.)

Bakgrundsanalysen grundar sig på två frågeställningar. Den första frågeställningen berör lärarnas användning av laborationer i kemiundervisningen. Resultaten används som grund för mina slutsatser gällande användning av öppna laborationer i kemiundervisningen. Den andra frågeställningen berör förutsättningarna för öppna laborationer i kemiundervisningen utgående från lärarnas uppfattningar. Analysen grundar sig på lärarnas uppfattningar om öppna laborationer i den egna undervisningen samt på deras uppfattningar om hur eleverna förhåller sig till öppna laborationer. I analysen studeras också faktorer som kan påverka lärarnas självförtroende i kemiundervisningen, vilken i sin tur kan ha en inverkan på deras beredskap att använda öppna laborationer i den egna undervisningen.

6.4 Designen av undervisningsmaterial och valet av metoder för insamling av data

6.4.1 De öppna laborationerna i undersökningen

De öppna laborationerna som utvecklades och användes i denna undersökning klassificerades som laborationer med två frihetsgrader (tabell 3.1). Laborationerna valdes och utformades i huvudsak av mig som forskare men utvecklades i diskussionen med klassens kemilärare, som också ansvarade för den slutliga formuleringen genom att hon introducerade de öppna laborationerna för eleverna i sin undervisning. Nedan följer en beskrivning av de fyra öppna laborationerna som ingick i detta försök.

Separation av sand och salt (laboration 1)

Den första öppna laborationen som ingick i projektet kallades ”Separation av sand och salt”. Uppgiften presenterades av läraren i form av följande problem. Klassen befann sig på lägerskola i Ruka där de skulle vandra under en veckas tid. Deras lärare råkade i början av vandringen tappa ut saltpaketet i sanden. Varje elevgrupp fick en bägare med sand-saltblandning. Utmaningen för grupperna var att separera saltet ur denna blandning, så att klassen skulle ha salt till matlagningen under den kommande lägerskolveckan.

Då eleverna ställts inför denna utmaning fick grupperna börja planera hur de skulle gå tillväga. Varje grupp måste utarbeta en plan innan de fick börja lösa uppgiften praktiskt. Denna plan skulle antecknas i V-diagrammet, tillsammans med forskningsfrågan. I kursen hade klassen ännu inte fördjupat sig i de olika separationsmetoderna, men klassen hade tidigare utfört en laboration där de löste upp kopparsulfat i vatten och indunstade lösningen så att de återfick kopparsulfatkristaller.

Kalkning av försurad mark (laboration 2)

Laborationen ”Kalkning av försurad mark” inleddes med att eleverna fick varsitt V-diagram. Läraren startade lektionen med en genomgång av bakgrundsteori som behandlade hur försurning uppkommer i naturen. Denna bakgrundsteori antecknade eleverna som teoridel i sitt V-diagram. Eleverna fick efter detta fundera på vad människan gör för att motverka försurningen. En av eleverna föreslog; ”man kalkar”. Läraren ställde då frågan till klassen: ”hjälper det att kalka?”. Detta blev utgångspunkt för utmaningen i denna öppna laboration.

Eleverna fick mot denna bakgrund planera en undersökning där de skulle ta reda på om det hjälper att kalka en försurad mark eller inte och om kalkning- en påverkar växternas grobarhet. Som en liten vägledning fick de denna gång en utrustningslista ur vilken de själva fick välja sådant som de ansåg att de behövde. I denna lista ingick bl.a. jord, solrosfrön, kalk och svavelsyra- lösning. Ytterligare introducerades begreppen *konstant* och *variabel* och vad dessa begrepp innebär då man gör en undersökning. Tillsammans funderade klassen på vad det innebär att göra *en rättvis undersökning*. Efter denna

introduktion fick grupperna planera hur de skulle genomföra sin undersökning.

Massans konservering (laboration 3)

”Massans konservering” var en laboration där elevernas uppgift var att ta reda på om massan förändras i samband med en kemisk reaktion eller inte, d.v.s. om summan av de reagerande ämnernas massa är lika med summan av reaktionsprodukternas massa. Föregående kemilektion hade eleverna undersökt olika kemiska reaktioner för att studera hur man kan känna igen en kemisk reaktion. Eleverna hade bl.a. iakttagit reaktionen mellan mjölk och ättika, mellan matsoda och ättika, mellan koksalt och silverniträt samt mellan kopparsulfat och zink. Grupperna fick själva välja vilken av dessa reaktioner de ville undersöka och planera hur de skulle genomföra undersökningen.

Läraren gjorde i sin introduktion en koppling till hur en vetenskapsman arbetar, d.v.s. att ett experiment måste göras flera gånger för att vara trovärdigt. Hon påpekade att vetenskapsmannen kanske t.o.m. gör sitt försök flera hundra gånger för att våga lita på resultatet. Detta nämnde hon för att göra eleverna medvetna om att en sådan här undersökning måste göras mer än en gång för att resultatet skall vara trovärdigt.

Varje elevgrupp hade vid denna laboration tillgång till en elektronisk våg (0,01 g noggrannhet). Eleverna hade vid ett tidigare tillfälle använt de elektroniska vågarna.

Bästa teet (laboration 4)

I den öppna laborationen ”Bästa teet” var elevernas uppgift att bestämma vilken tefabrikant som tillverkade det bästa teet, vilken tesort som gav ”mest valuta för pengarna”. Grupperna fick själva bestämma kriterier för vad som var ”bästa teet”.

I samband med introduktionen av uppgiften repeterade klassen begreppen konstant och variabel i en undersökning. Ytterligare repeterades de olika separationsmetoderna som kommer till användning vid tekokning. Dessa utgjorde en gemensam teoribakgrund som antecknades i V-diagrammet.

6.4.2 Designen av V-diagram

V-diagrammen som användes utgjorde en egen modifierad och förenklad form av Gowins ursprungliga modell, Gowins kunskaps-V (Novak & Gowin, 1984, s. 56). Novak & Gowin (1984, ex. s. 58, 61, 115) ger själva exempel på användningen av förenklade former av V-diagrammet i undervisningen. Den form av diagram som användes i min undersökning var anpassad för elevernas ålder och med tanke på kemiundervisningens specifika behov (bilaga 8).

I V-diagrammet ingick i den teoretiska vänstra sidan rubrikerna ”Teori” och ”Begrepp” samt ytterligare fältet ”Principer” vid den sista laborationen (Bästa teet). Den högra metodologiska sidan bestod av rubrikerna ”Praktiska slutsatser”, ”Slutsatser” samt ”Resultat”. Under V:et, som pekar på hur eleverna planerar att göra, fanns förutom rubriken ”Så här skall jag göra” även fälten ”Dessa saker behöver jag” och ”Detta kan vara farligt”. Det V-diagram, som delades ut till eleverna vid inledningen av respektive öppen laboration, hade något varierande utformning beroende på behoven vid varje enskild laboration. Vid laborationen ”Kalkning av försurad mark” hade V-diagrammet ett färdigt tabellunderlag i resultatdelen och vid te-laborationen ingick ett schema under rubriken ”Principer”, där eleverna kunde fylla i de separationsmetoder som kommer till användning då man kokar te.

6.5 Implementeringen och forskningen i klassen

6.5.1 Implementeringen av öppna laborationer och V-diagram i undervisningen

Det praktiska genomförandet av undervisningen med de öppna laborationerna skedde under vårterminen 2003. Undervisningen sköttes av klassens ordinarie kemilärare. Kemikursen pågick under 6 veckor. Under denna period ingick 6 lektioner kemi (45 min per lektion) per vecka. De öppna laborationerna genomfördes de dagar eleverna hade två kemilektioner i följd, för att de skulle hinna med planering, genomförande och genomgång av laborationen under samma dag. Laborationen ”Kalkning av försurad mark” förutsatte dock att laborationen kunde fortsätta en vecka senare, vilket gjorde

att den laborationen pågick vid två olika tillfällen. De öppna laborationerna upptog sammanlagt ungefär en tredjedel av kursens totala undervisningstid. Eleverna arbetade också med traditionella lärarstyrda laborationer under kursen. De öppna laborationerna genomfördes i grupper som bestod av 2–5 elever. Gruppernas sammansättning hade på förhand fastslagits av deras lärare i samråd med mig som forskare. Sammansättningen bestämdes delvis utgående från ett sociogram över klassen. Sociogrammet var uppgjort utgående från elevernas egna preferenser gällande vem de helst var tillsammans med i klassen. Uppgifter om detta hade efterfrågats i den första elevenkäten. Då det var möjligt fick varje elev i sin laborationsgrupp minst en elev som hon uppgett sig vilja vara tillsammans med. Gruppernas sammansättning varierade mellan de olika laborationstillfällena, och sammansättningen presenterades för klassen i början av varje lektion med en öppen laboration. Grupperna var i huvudsak heterogena såväl i fråga om kön som i fråga om elevernas prestationsnivå.

Maja introducerade de öppna laborationerna för eleverna. Uppgifterna formulerades i form av problem som skulle utmana elevernas tänkande och stimulera deras intresse. Under planeringsfasen och den experimentella fasen fungerade hon närmast som bollplank och handledare men stod också till tjänst med material som eleverna efterfrågade. Hon valde, då det var möjligt, att inte direkt svara på elevernas frågor genom att säga hur de borde göra, utan strävade efter att kasta tillbaka frågorna till eleverna och stimulera dem till eget tänkande. Vid genomgången av elevernas resultat hade läraren en viktig roll att utgående från elevernas ibland något divergerande svar skapa diskussion kring felkällor och noggrannhet. Även vid efterdiskussionen intog läraren utmanarens roll och fortsatte att försöka utmana elevernas tänkande och uppmuntra dem till att utveckla sin förståelse.

Elevgrupperna hade ansvar för planeringen av sina undersökningar. Innan de fick börja arbeta praktiskt måste de anteckna i V-diagrammen hur de tänkte gå tillväga. Denna plan fick de vid behov revidera under arbetets gång. Då laborationen var slutförd skulle också V-diagrammet vara färdigt ifyllt. Varje elev fyllde i ett eget V-diagram, men i samarbete med den egna gruppen, vilket innebär att elever som arbetade i samma grupp kunde ha i det närmast identiska V-diagram.

Min uppgift som forskare i klassen var att iaktta och att sköta den tekniska utrustningen som i efterskott möjliggjorde en noggrannare analys av vad som skedde i samband med laborationerna. I enlighet med Cobb (2000a) ”blev jag en del av implementeringen” så att även jag vid behov svarade på frågor som eleverna ställde direkt till mig och som berörde innehållet i den laboration de arbetade med.

6.5.2 Insamlingen av data under och efter implementeringen

Den tekniska utrustning som användes för att studera klassen under försöket bestod av *en videokamera* samt *tre minidiskar*. Med hjälp av videokameran inspelades *lärarens introduktion av laborationerna* vilket jag i ett senare skede kunnat utnyttja för att noggrannare studera dessa introduktioner. Med hjälp av de tre minidiskarna spelades *diskussionen i tre laborationsgrupper* in vid respektive laborationstillfälle.⁴ Inspelningarna är främst från planeringsfasen då grupperna under denna fas var relativt stationära vid sina arbetsbord, vilket möjliggjorde inspelningarna. Under laborationerna ”Massans konservering” och ”Bästa teet” kunde grupperna genomföra väsentliga delar av laborationen vid sina arbetsbord, vilket gjorde det möjligt att följa med diskussionerna även under den praktiska fasen. De inspelade diskussionerna samt elevintervjuerna har transkriberats. Vid transkriberingen har elevernas dialektala språk bevarats för att kunna återges i så korrekt form som möjligt.

Elevernas ifyllda *V-diagram* kopierades efter varje öppen laboration för att kunna användas i den fortsatta analysen.

Eleverna gjorde efter varje öppen laboration en *självutvärdering* (bilaga 7). Självutvärderingen innehöll frågor som berörde begrepp som varit väsentliga i laborationen, planeringen och genomförandet av laborationen, den egna arbetsinsatsen samt elevens utvärdering av den egna gruppen. Syftet med denna självutvärdering var att använda elevernas egna bedömningar i den fortsatta analysen. Svartalternativen i självutvärderingen grundade sig på olika nivåer av självutvärdering enligt Tamir (1996).

⁴ Vid den första laborationen ”Separation av sand och salt” hade jag endast tillgång till två minidiskar, av vilka endast den ena hade en mikrofon med tillräckligt god kvalitet för att diskussionen skulle gå att avlyssna efteråt.

I samband med att kemikursen avslutades fick eleverna i undersökningsgruppen besvara en ny *enkät*. Denna enkät innehöll delvis samma frågor som enkäten före kemikursen, men även ett antal frågor som berörde elevernas uppfattningar och attityder gällande kemi och laborationer. Den senare enkäten innehöll 52 frågor (bilaga 2) och hade en likartad uppbyggnad som den tidigare (jfr avsnitt 6.3.3). Enkäten besvarades även av eleverna i jämförelsegruppen då de avslutade motsvarande kemikurs. För de elever som besvarade både enkäten före kemikursen och den senare enkäten sammanlänkades svaren, så att jämförelser av enskilda elevers svar före och efter kursen kunde göras. Av de 383 elever i jämförelsegruppen, som besvarade enkäten före sin kemikurs, besvarade 362 den andra enkäten.

Eleverna i undersökningsgruppen intervjuades individuellt av mig några dagar efter att kemikursen avslutades. Intervjuerna var semistrukturerade intervjuer och berörde elevernas attityder till kemi och laborationer och deras uppfattningar om V-diagram, om arbetet i grupp och om sitt eget lärande. Dessa intervjuer sträckte sig från 5 minuter till 16 minuter. Syftet med intervjuerna var att med deras hjälp kunna fördjupa tolkningen av resultaten från enkäterna.

I det avslutande kursprovet i kemi ingick en fråga där eleverna skulle planera en undersökning i ett V-diagram. Elevernas *provsvär* kopierades för att användas i analysen. Ytterligare insamlades uppgifter om elevernas olika *kursvitsord* under årskurs 7.

Den deltagande *läraren i försöket intervjuades* av mig även efter kemikursen. Även denna intervju berörde lärarens uppfattningar om kemiundervisning, om laborationer i kemi, om öppna laborationer och V-diagram samt om eleverna och deras förutsättningar för öppna laborationer.

6.6 Sammanställning över insamlade data

I tabell 6.1 presenteras en sammanställning över alla de olika typer av data som samlades in under undersökningens olika faser. Tabellen innehåller

information om informanter, vilken typ av information olika data representerar samt tidpunkten för insamlandet av data.

Tabell 6.1. Översikt över datainsamlingen. Informanter och typ av information.

Insamling av data	Informant	Typ av information
Fas 2. Val av lärare och undersökningsgrupp		
Intervju före kemikursen	Läraren i försöket (februari 2003).	Kvalitativa data
Fas 3. Bakgrundsanalys		
Elevenkät före första kemikursen	Eleverna i undersökningsgruppen, 21 elever i årskurs 7 (mars 2003). Jämförelsegrupp: Elever i 10 andra högstadier i Svenskfinland, 383 elever i årskurs 7 (hösten 2003).	Kvantitativa data. Elevernas uppfattningar, självuppfattning och attityder, samt förväntningar på kemi
Lärarenkät	Kemilärare i högstadierna i Svenskfinland. Antal: 70 kemilärare (hösten 2003).	Kvantitativa och kvalitativa data. Lärarnas uppfattningar om laborationer i kemiundervisningen samt attityder till öppna laborationer.
Fas 5 a. Implementeringsfas (mars-april, 2003)		
Inspelning av laborationsdiskussioner	Elever i undersökningsgruppen, läraren	Kvalitativa data. Innehållet i gruppernas diskussion i samband med de öppna laborationerna.
Videoinspelning av laborationstillfällena	Eleverna i undersökningsgruppen och läraren i försöket	Kvalitativa data
V-diagram	Eleverna i undersökningsgruppen	Kvalitativa data
Elevernas självutvärdering	Eleverna i undersökningsgruppen	Kvalitativa data. Elevernas egna bedömningar av sitt lärande och av sin egen insats samt av gruppens arbete vid de öppna laborationerna.

Fas 5 b. Avslutning av försöket		
Elevenkät 2	Eleverna i undersökningsgruppen (april 2003) och jämförelsegruppen (hösten 2003).	Kvantitativa data. Elevernas uppfattningar, självuppfattning och attityder.
Intervju efter kemikursen	Eleverna i undersökningsgruppen. (april 2003).	Kvalitativa data. Elevernas uppfattningar om och attityder till kemi och laborationer, V-diagram, det egna lärandet, gruppens roll i laborationerna.
Intervju efter kemikursen	Läraren i försöket (april 2003).	Kvalitativa data. Elevernas uppfattningar och attityder.
Provuppgift	Eleverna i undersökningsgruppen	Kvalitativa data. Elevernas förmåga att själva planera ett experiment i ett V-diagram.
Kursvitsord	Eleverna i undersökningsgruppen	Kvalitativa data.

6.7 Resultat, analys och validering

6.7.1 Principer för resultatpresentationen

Resultaten från min undersökning redovisas i kapitel 9–12. Redovisningen är uppdelad i fyra olika huvuddelar, av vilka den första behandlar eleverna och deras affektiva lärande, den andra fokuserar på grupperna, den tredje på läraren och den fjärde på användningen av V-diagram i samband med de öppna laborationerna. I resultatavsnitten används uppgifter från olika källor jämsides för att dessa därigenom skall kunna belysa varandra och stärka tolkningar. Detta medför samtidigt att det redan i resultatkapitlet ingår en del tolkningar och en viss diskussion även om den slutliga analysen och diskussionen är förlagd till kapitel 13 och 14.

Den första delen av resultatredovisningen (kap. 9) behandlar elevernas skoltrivsel, deras uppfattningar om kemi och laborationer samt deras attityder och intresse och förändringar i dessa. Ytterligare redovisas deras självuppfattning efter kemikursen. I kapitlet redovisas även förändringar i uppfattningar, självuppfattningar och attityder hos eleverna. Resultaten

grundar sig i första hand på elevernas enkätsvar, men dessa har i flera fall kompletterats med svar från intervjuerna efter kursen. Ytterligare ingår uppgifter från andra källor, såsom elevernas självutvärdering och deras kursvitsord i redovisningen.

Fokus i resultatredovisningen är genomgående på undersökningsgruppen, för vilken enkätresultaten har kunnat kompletteras med uppgifter från andra datakällor. För att fördjupa tolkningarna redovisas även en ingående analys av några enskilda typfall av elever. Dessa elever är valda så att det bland dem fanns en elev med svaga skolprestationer och en med goda, samt en elev med svag respektive stark självuppfattning. Syftet med denna redovisning är att beskriva hur de öppna laborationerna upplevdes av enskilda elever och hur dessa elevers självuppfattning och attityder till kemi utvecklades.

Uppgifter gällande jämförelsegruppen finns endast i form av deras enkätsvar. Jämförelsegruppen har använts för att studera om de attityder och uppfattningar, samt förändringar i dessa, som eleverna i undersökningsgruppen uppvisade efter kemikursen, var generella för elever som genomgått sin första kemikurs.

I resultatdelens andra avsnitt (kap. 10) redovisas sådana resultat som har anknytning till arbetet i grupp i samband med de öppna laborationerna. Syftet är att beskriva hur de öppna laborationerna fungerade ur ett grupperspektiv. I kapitlet redovisas för hur fokuserade och uthålliga de olika grupperna var vid planeringen av de öppna laborationerna samt hur aktiva enskilda elever var verbalt i planeringen. Ytterligare innehåller redovisningen direkta elevdiskussioner i samband med de öppna laborationerna. De exempel på diskussioner som presenteras används för att studera om elevernas alternativa uppfattningar eventuellt kommer fram då de arbetar med problemlösningen, om det finns indikationer på att eleverna använder sina tidigare kunskaper för att lösa problemen och om det finns indikationer på att eleverna i diskussionerna arbetat för att uppnå en delad förståelse. Ytterligare innehåller kapitlet en redovisning av elevernas uppfattningar om arbete i grupp efter kemikursen. Resultaten i detta kapitel grundar sig i första hand på de inspelade diskussionerna i samband med de öppna laborationerna. Uppgifter från elevernas V-diagram, från elevenkäten efter kursen samt elevintervjuerna ingår.

Kapitel 11 behandlar de öppna laborationerna ur lärarperspektivet. I detta avsnitt redovisas det för lärarens roll vid de öppna laborationerna samt för lärarens egna uppfattningar och attityder. Resultaten baserar sig på inspelningarna från laborationsdiskussionerna och de båda intervjuerna med läraren, den ena före kemikursen och den andra efter kursen. Ytterligare presenteras resultat från elevernas självutvärdering i samband med en av de öppna laborationerna.

I det fjärde och sista resultatkapitlet (kap. 12) redovisas användningen av V-diagrammen i samband med de öppna laborationerna samt elevernas och lärarens uppfattningar om och attityder till dessa. Resultaten grundar sig på elevernas enkätsvar, på intervjuerna med eleverna och med läraren, på elevernas provsvar samt på de inspelade laborationsdiskussionerna.

6.7.2 Användningen av några grundläggande begrepp vid analysen

Nedan följer en sammanställning av de teoretiska begrepp som utgör grunden för analysen i denna avhandling. En utförligare beskrivning av begreppen har tidigare presenterats i kapitel 3–5.

Attityd används i enlighet med definition av Simpson & al. (1994, s. 212); ”en benägenhet att reagera positivt eller negativt i relation till saker, människor, platser, händelser eller idéer”. Positiva attityder sammankopplas med intresse. Attityder undersöks med hjälp av enkät och intervjuer.

Intresse används i dess positiva bemärkelse så att ett intresse innebär någon form av positiva känslor. Intresset uppdelas i ett *situationsbundet intresse* och ett *personligt eller bibehållet intresse*. Intresse betraktas som en viktig motivationsfaktor. Intresset undersöks med hjälp av enkäter, intervjuer samt inspelningar vid de öppna laborationerna.

Motivation studeras och tolkas utgående från olika indikationer på motivation i form av elevernas uthållighet och fokusering i samband med de öppna laborationerna, deras intresse för kemi, hur deras självuppfattning i kemi utvecklas, samt deras uppfattningar om lärandet i samband med de öppna laborationerna.

Meningsfullt lärande innebär att den lärande medvetet integrerar ny information i sin tidigare kunskap (Ausubel, Novak & Hanesian, 1968, s. 41). Ett meningsfullt lärande inbegriper såväl tänkande som känslor och handlande (Novak, 1998, s. 9).

Uppfattning används i enlighet med Pehkonens (2001b, s. 232) definition ”en individs förhållandevis stabila subjektiva kunskaper (vari ingår känslor) om en viss företeelse”. Elevernas uppfattning undersöks med hjälp av enkäter samt elevintervjuer och elevernas självutvärderingar.

Självuppfattning är uppdelad i akademisk och icke-akademisk självuppfattning vilka båda i sin tur är uppdelade i underområden. Självuppfattning i kemi ses som en del av den matematisk-akademiska självuppfattningen (enligt Marsh, Byrne & Shavelson, 1988). Elevernas ”allmänna akademiska självuppfattning” används i betydelsen ”elevernas självuppfattning i skolan”. Elevernas självuppfattning undersöks med hjälp av enkäter.

Självförtro används för det engelska ordet ”self-efficacy”. Individens självförtro representerar hennes förväntningar på eller övertygelse om vad hon kan klara av eller åstadkomma i en viss situation (Bong & Skaalvik, 2003).

6.7.3 Principer för analysen

V-diagrammet har i forskningsprojektet utgjort en integrerad del av arbetet med de öppna laborationerna, men det har även använts som ett forskningsinstrument, i enlighet med Novak och Gowin (1984, s. 149–174). De fyra forskningsfrågor som analyseras och diskuteras i den slutliga analysen presenteras i varsitt V-diagram, där forskningsfrågornas uppdelning i underordnade forskningsfrågor samtidigt framgår (kap.13). Genom att forskningsfrågorna presenteras med hjälp av V-diagram åskådliggörs samtidigt frågeställningarnas teoretiska bakgrund och vilka händelser och objekt som använts för att söka svar på forskningsfrågorna.

Avhandlingens teoretiska perspektiv bygger på en socialkonstruktivistisk syn, vilket innebär att lärandet ses såväl ur ett individperspektiv som ur ett socialt

perspektiv, där diskussionen i klassen utgör en betydelsefull faktor både i elevernas kognitiva och i deras affektiva lärande. Lärandet studeras ur perspektivet ”meningsfullt lärande” vilket innebär att kognition och affekt utgör delar i lärandet och påverkar varandra ömsesidigt, samt att lärandet sker genom att eleverna aktiverar sin tidigare förståelse, utvecklar och vid behov reviderar den i konfrontationen med uppfattningar hos andra elever och med uppfattningar som representerar de naturvetenskapligt accepterade uppfattningarna.

De fyra övergripande forskningsfrågorna besvaras utgående från resultaten i de fyra resultatkapitlen, så att resultat från de olika kapitlen kombineras i analysen av de enskilda forskningsfrågorna. Detta medför att resultat- och analysavsnittet ofrånkomligt innehåller vissa upprepningar.

Den första forskningsfrågan fokuserar på elevernas lärande och förståelse i samband med arbetet med de öppna laborationerna och V-diagrammen. Frågan är uppdelad i fem underordnade forskningsfrågor som berör elevernas uppfattningar om det egna lärandet, hur och vad eleverna lärde sig samt V-diagrammets roll i lärandet. I analysen används resultaten från olika datakällor för att bestyrka tolkningar samt stöd för tolkningar i teorin och i annan forskning. I analysen lyfts även fram faktorer som kan vara problematiska med tanke på lärandet för en del av eleverna.

Den andra forskningsfrågan behandlar affektiva dimensioner av lärandet såsom attityder och motivation, med fokus på intresse. I analysen används de inspelade diskussionerna för att undersöka uppkomsten av ett situationsbundet intresse. Utgående från teorin och elevernas egna uppfattningar tolkas ett samband mellan öppna laborationer och elevernas intresse. Vidare diskuteras uppkomsten av ett mer varaktigt intresse samt en koppling till andra motivationsteorier. Resultaten studeras och tolkas såväl ur ett individperspektiv som ur ett grupperspektiv.

Den tredje forskningsfrågan berör sambandet mellan elevernas erfarenheter från de öppna laborationerna och deras självuppfattning. Utgångspunkten för analysen är uppdelningen av självuppfattning i olika delområden. I analysen

sammankopplas självuppfattning med motivationsteori, framför allt motivation enligt förväntan–värde-modellen.

Under den fjärde och sista forskningsfrågan analyseras lärarens roll i samband med de öppna laborationerna. I analysen diskuteras faktorer hos läraren som kan vara av betydelse för arbetet med öppna laborationer, såsom lärarens självförtroende, lärarens uppfattningar om undervisning och lärande, samt lärarens uppfattningar om eleverna och deras roll vid de öppna laborationerna.

6.7.4 Principer för valideringen av utvecklingsforskningen i denna avhandling

Syftet med designforskning är att bidra såväl vetenskapligt som pedagogiskt till undervisningen (Kelly, 2003). Vid en validering av utvecklingsforskningen bör därför båda dessa aspekter undersökas, dels om forskningen uppfyller de kvalitativa krav som skall ställas på denna typ av forskning, dels om forskningsprojektet kommit med användbara och värdefulla bidrag till den pedagogiska verkligheten. I motsats till traditionell experimentell forskning strävar man inte efter att skapa modeller som kan kopieras och utnyttjas i exakt samma form med samma resultat i ett annat klassrum (Gravemeijer & Cobb, 2006, s. 45). I stället är syftet att resultaten skall ge underlag för anpassningar till andra situationer.

Designforskningen skall, förutom att den skall leda till nya undervisningsstrategier, även innehålla en analys där resultaten studeras utgående från den teoretiska referensramen. Denna analys är resultatet av en komplex problemlösningssprocess. Forskarens tidigare erfarenheter och kunskap påverkar hans eller hennes tolkningar av resultaten från de olika datakällorna, vilket innebär att två olika forskare inte kan förväntas göra exakt samma analys av ett undervisningsexperiment (Cobb, 2000a, s. 327). Detta medför att reproducerbarheten inte kan ses som ett relevant validitetskriterium inom utvecklingsforskningen. Enligt Cobb är det i stället resultatens *generaliserbarhet* och *analysens trovärdighet* som utgör relevanta kriterier. Eftersom en exakt reproduktion kan betraktas som omöjlig inom utvecklingsforskningen måste den fullständiga designen och implementeringen beskrivas på ett så fullständigt sätt att läsaren får en inblick i den lokala dynamiken (Barab & Squire,

2004). Genom att forskaren noggrant redogör för varje steg i forskningen och de val han eller hon gjort, kan läsaren göra egna bedömningar. Det är viktigt att forskaren är tydlig gällande kriterier och vilken typ av evidens han eller hon använt för att dra slutsatser så att andra forskare har möjlighet att förstå analysen (Cobb & al., 2003). Resultaten bör ge en grund för att kunna anpassas till andra situationer (Gravemeijer & Cobb, 2006, s. 45). Kraven att resultaten skall kunna generaliseras har jag strävat efter att tillgodose genom utförliga beskrivningar av val, genomförande och metoder, samt genom analys av faktorer som kan utgöra problem vid implementering av öppna laborationer och V-diagram i undervisningen.

Trovärdigheten i designforskningen sammankopplas med dess förnuftighet (reasonableness) och riktigheten i slutsatser och antaganden (Cobb, 2000a, s. 328). Gravemeijer (1998, s. 291) poängterar att en balanserad analys bör lyfta fram såväl positiva som negativa aspekter som framkommit. Detta bidrar till analysens trovärdighet.

Guba & Lincoln (1988, s. 84) beskriver flera olika metoder för att styrka trovärdighet i kvalitativ forskning. Guba använder begreppen trovärdighet (credibility), överförbarhet (transferability), pålitlighet (dependability) och konfirmerbarhet (confirmability). Metoder som, enligt Guba och Lincoln, kan användas för att styrka trovärdigheten är att låta forskningen pågå tillräckligt länge, för att man skall kunna identifiera betydelsefulla drag, samt att diskutera och testa tolkningar tillsammans med andra forskare. Triangulering av olika datakällor styrker trovärdigheten och användning av olika dokumentationsmetoder såsom videospelningar, ljudinspelningar, bilder mm., som kan användas för att kontrollera och testa tolkningar i efterskott. Inom designforskning används i allmänhet triangulering av multipla datakällor och olika typer av data för att påvisa reliabilitet (The Design-Based Research Collective, 2003). Eventuella brister eller svagheter i enskilda datakällor och metoder kan kompenseras via styrkan i en annan metod (McKenney, Nieveen & van den Akker, 2006, s. 85). Triangulering används i avhandlingen för att styrka dess trovärdighet. Vid analysen av resultat från olika datakällor används uppgifterna för att styrka tolkningar.

Överförbarheten innebär, enligt Guba och Lincoln, generaliserbarhet till den del det finns likheter mellan forskningskontexten och den kontext i vilken resultaten kan tillämpas. Genomförandet av min undersökning skedde i en vanlig skolkontext vilket ger grund för dess överförbarhet till liknande kontexter. Pålitligheten tillåter förändringar i en design utan att dessa ses som ”fel”. Metoder för att styrka pålitligheten är t.ex. användning av överlappande metoder där resultaten från de olika datakällorna kompletterar varandra. Konfirmerbarheten styrks genom triangulering och reflektiva journaler som synliggör epistemologiska antaganden och som visar varför studien genomfördes på det sätt den gjordes. Undersökningen är förankrad i en teoretisk bakgrund som presenteras i avhandlingen.

Vid en validering av designforskning bör fokus även ligga på förnyelseaspekten, d.v.s. bidrar forskningen till någonting nytt i undervisningen, samt på användbarheten: är det nya någonting som kan tillämpas i klassrummet (Edelson, 2002)? Ett kriterium för att designforskning skall vara värdefull är att den visar på förbättringar i fråga om undervisning och lärande (The Design-Based Research Collective, 2003). Om resultaten är användbara och medför förbättringar med tanke på undervisning och lärande stärker detta undersökningens validitet. Värdet kan också ses i de förändringar som åstadkommit i ett system. Dessa förändringar eller konsekvenser av ett undervisningsexperiment kan ses som stöd för experimentets validitet (Barab & Squire, 2004). I avhandlingen analyseras aspekter av arbetet med öppna laborationer och V-diagram som kan innebära förbättringar av såväl elevernas kognitiva som deras affektiva lärande.

7 Bakgrundsanalys: Eleverna i försöket

I detta kapitel presenteras resultaten från den elevenkät som eleverna besvarade vid inledningen av sin första kemikurs. Enkäten bestod av frågor som berörde elevernas skoltrivsel, deras självuppfattning (såväl deras akademiska som icke-akademiska självuppfattning), samt deras förväntningar på kemi och attityder till experiment (bilaga 1). Frågorna i anslutning till elevernas akademiska självuppfattning gällde dels en mer generell självuppfattning i skolan, dels deras självuppfattning i biologi och matematik. Den icke-akademiska självuppfattningen berörde elevernas sociala självuppfattning samt deras fysiska självuppfattning i fråga om den egna praktiska förmågan.

Enkäten innehöll fem svarsalternativ för varje fråga. I resultatredovisningen har de fem svarskategorierna i enkäten sammanfogats till tre p.g.a. att eleverna i undersökningsgruppen var så få (21 elever). De ursprungliga svarskategorierna ”sant” och ”delvis sant” har sammanfogats till en svarskategori ”sant + delvis sant” och på motsvarande sätt kategorierna ”delvis fel” och ”fel” till en kategori ”delvis fel + fel”. Den neutrala svarskategorin delvis sant/delvis fel redovisas oförändrad. I bilaga 3 finns resultaten med alla fem ursprungliga svarskategorier redovisade. Ur bilagan framgår också att frågeformuläret fungerade väl i den meningen att det interna bortfallet på de enskilda frågorna var mindre än 5 %.

Resultatredovisningen utgör en deskriptiv bakgrundsbeskrivning av undersöknings- och jämförelsegruppens uppfattningar och attityder samt elevernas förväntningar på kemiundervisningen före deras första kemikurs. För att säkerställa att det inte fanns explicita skolspecifika effekter har jag genomgående analyserat jämförelsegruppen skolvis, men i tabellerna i texten redovisas enbart de aggregerade uppgifterna. I de fall där det bedömdes motiverat kommenteras fördelningarna för enskilda skolor. Variationerna

mellan skolorna redovisas med hjälp av variationsvidden för de enskilda frågorna i bilaga 5.

7.1 Elevernas skoltrivsel

Majoriteten av eleverna trivdes förhållandevis väl både i skolan och i sin egen klass (tabell 7.1). Av eleverna i undersökningsgruppen uppgav två tredjedelar att de trivdes i skolan. I jämförelsegruppen var motsvarande andel hela tre fjärdedelar. En granskning av de enskilda skolorna ger vid handen att det endast var i en skola som andelen var lägre än i undersökningsgruppen. Trivseln i den egna klassen var genomgående något högre än trivseln i skolan generellt. De något högre andelarna positiva svar i jämförelsegruppen kan eventuellt förklaras av tidpunkten vid vilken eleverna besvarade enkäten. Jämförelsegruppen besvarade den i början av höstterminen, d.v.s. efter att de avslutat sin skolgång i lågstadiet några månader tidigare och nu påbörjat studierna i en ny skola, medan eleverna i undersökningsgruppen besvarade enkäten då de redan hade gått ett halvt år i högstadiet. Mina egna erfarenheter från min lärartid i högstadiet är att eleverna i allmänhet speciellt i början av årskurs 7 är positiva till skolan och upplever det roligt att få börja i en skola med äldre elever.

Tabell 7.1. Elevernas skoltrivsel före kemikursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag trivs i skolan	sant+delvis sant	67	77
	delv.sant / delv.fel	29	18
	delvisfel+fel	5	6
Jag trivs i min klass	sant+delvis sant	81	91
	delv.sant / delv.fel	19	7
	delvis fel+fel	0	2
Jag önskar jag slapp gå i skolan *)	sant+delvis sant	19	27
	delv.sant / delv.fel	19	27
	delvis fel+fel	62	46
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	sant+delvis sant	100	82
	delv.sant / delv.fel	0	14
	delvis fel+fel	0	4

*) Negativt ställd fråga. I fortsättningen utmärks de negativt ställda frågorna med en grå ruta i tabellerna.

Ett förhållandevis stort antal elever uppgav att de önskar att de slapp gå i skola, trots att ett flertal av dem samtidigt svarade att de trivs i skolan. En analys av frågan enligt kön visade att det framför allt var pojkar som uppgav att de helst slapp gå i skolan. En förklaring kan helt enkelt vara att det i den här åldern, speciellt bland pojkar, hör till att man skall säga att man inte vill gå i skola, även om man egentligen trivs.

I tabell 7.1 kan man även notera att hela undersökningsgruppen svarade att de tyckte att de lär sig mycket i skolan, vilket säkert bidrog till att de trivdes i skolan. Även i jämförelsegruppen var andelen positiva svar mycket hög. I denna grupp hade dock en knapp femtedel valt det neutrala svarsalternativet eller uppgett att de inte tycker att de lär sig mycket i skolan. Också i detta fall kan förklaringen till skillnaderna mellan de båda grupperna troligen sökas i det faktum att eleverna i undersökningsgruppen besvarade enkäten efter ett halvt år i högstadiet medan jämförelsegruppens elever var helt nya i högstadiet. Jämförelsegruppens svar baserade sig på elevernas sista erfarenheter från lågstadiet, då de eventuellt kan ha upplevt att de inte mera lärde sig så mycket nytt, utan var mera inriktade på det förestående skolbytet. Undersökningsgruppens svar byggde däremot på erfarenheter från det första halvåret i högstadiet, med alla de utmaningar detta innebar av nya lärare och nya ämnen, vilket sannolikt kan ha medfört en känsla av att de lärt sig mycket nytt.

7.2 Elevernas självuppfattning

Frågor som berörde elevernas självuppfattning var uppdelade på några av självuppfattningens delområden (Schavelson, Hubner & Stanton, 1976). Frågorna berörde elevernas allmänna akademiska självuppfattning, d.v.s. hur eleverna generellt uppfattade att de klarade sig i skolan i förhållande till andra elever. Med tanke på att kemi, och specifikt laborationer i kemi, innehåller praktiska moment som förutsätter en viss motorisk och praktisk förmåga innehöll enkäten en fråga som berörde elevernas fysiska självuppfattning. Laborationerna, såsom de i allmänhet genomförs i skolan, är tillfällen då eleverna arbetar i mindre grupper och förväntas kunna samarbeta. Elevernas sociala självuppfattning kan därför påverka hur de fungerar under laborationerna, men den kan också påverkas och förändras om eleverna

arbetar med uppgifter där den sociala dimensionen är betydelsefull. De öppna laborationerna, där eleverna tillsammans i en grupp skall lösa ett problem, ställer i allmänhet större krav på deras kommunikativa förmåga och förmågan att samarbeta än traditionella laborationer, där eleverna fått klara och tydliga instruktioner att följa.

Jag har även undersökt elevernas självuppfattning i matematik och biologi för att kunna studera om det fanns samband mellan deras självuppfattningar i dessa ämnen och deras förväntningar på sin egen förmåga i kemi. Eftersom kemi ofta undervisas av en lärare som också undervisar matematik kan elever eventuellt överföra sina uppfattningar i matematik på sina uppfattningar om kemi. På ett likartat sätt kan man tänka sig ett visst samband mellan uppfattningar i biologi och uppfattningar i kemi eftersom båda är naturvetenskapliga ämnen.

7.2.1 Eleverna akademiska självuppfattning

Enkätresultaten visar att undersökningsgruppens elever inte hade en högre akademisk självuppfattning än jämförelsegruppen. Ur tabell 7.2 kan man se att det fanns en liten skillnad mellan de båda grupperna, så att andelen elever med en positiv självuppfattning var något lägre i undersökningsgruppen än i jämförelsegruppen. Andelen elever som svarade positivt på frågan ”Jag är bra på de flesta ämnen” var ungefär lika stor i vardera gruppen. Däremot fanns det en något större andel i undersökningsgruppen som uppfattade att de inte var bra i skolan. Svarsfördelningen på frågan ”Jag har lätt för att lära mig” visar på en större andel elever med positiv självuppfattning i jämförelsegruppen. Tidpunkten under läsåret då eleverna besvarade enkäten kan även i detta fall ha haft en viss betydelse för elevernas svar och därmed skillnaden i svarsfördelningarna. Eleverna i jämförelsegruppen hade en akademisk självuppfattning som byggde på deras erfarenheter från lågstadiet. Eleverna i undersökningsgruppen hade ett halvt år i högstadiet bakom sig, vilket således innebar att deras akademiska självuppfattning även påverkats av deras erfarenheter från tiden i högstadiet. I lågstadiet där elevernas vanligen undervisas i flera olika ämnen av samma lärare kan gränsen mellan olika ämnen i viss mån suddas ut och eleverna gör sina bedömningar om den egna förmågan mera generellt. I högstadiet, där eleverna undervisas av ämnes-

lärare, kan eleverna uppfatta tydligare skillnader mellan olika undervisningsämnen och sin egen förmåga i de olika ämnena. Högstadiet ställer även nya krav på eleverna genom att undervisningsämnena är fler än i lågstadiet vilket kan vara utmanande för eleverna och påverka deras självuppfattning. Eleverna i undersökningsgruppen tyckte alla att de lär sig mycket i skolan (tabell 7.1). Detta kan samtidigt innebära att de upplevde skolan som krävande och att en större andel därför tyckte att det inte hade så lätt för att lära sig.

Tabell 7.2. *Elevernas akademiska självuppfattning.*

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag är bra på de flesta ämnen i skolan	sant+delv.sant	57	54
	delv.sant / delv.fel	24	38
	delv.fel+fel	19	8
Jag har lätt för att lära mig	sant+delv.sant	40	66
	delv.sant / delv.fel	40	28
	delv.fel+fel	20	7
Jag klarar mig ungefär lika bra som de övriga i klassen	sant+delv.sant	76	84
	delv.sant / delv.fel	14	14
	delv.fel+fel	10	2
Jag hör till de bästa i klassen	sant+delv.sant	24	25
	delv.sant / delv.fel	57	42
	delv.fel+fel	19	34

Skillnaderna i svarsfördelningen på de frågor som berörde elevernas uppfattningar om sin egen förmåga jämfört med andra i klassen var förhållandevis små mellan de båda grupperna. Fördelningarna var dessutom påfallande likartade i de olika skolorna. Det bör noteras att undersökningsgruppen var liten och att en enskild elev ger ett utslag i procent som är hela 5 procentenheter. I vardera gruppen var andelen elever som upplevde att de klarar sig ungefär lika bra som sina klasskamrater hög, eller minst tre fjärdedelar av gruppen. Däremot var det endast en fjärdedel av eleverna i vardera gruppen som tyckte att de hörde till de bästa i sin klass. En förhållandevis stor andel av eleverna hade på denna frågeställning valt det neutrala svarsalternativet. En förklaring, som ligger i överensstämmelse med elevernas uppfattning om att de klarar sig ungefär lika bra som de andra i klassen, är att eleverna själva uppfattade att de finns "någonstans i mitten". De väljer då bort alternativet att

de hör till de bästa, men även alternativet att de inte hör till de bästa i klassen. En annan delorsak kan också vara att eleverna var i en relativt självkritisk ålder, vilket betyder att även en elev som klarar sig bra kan tycka att hon inte är så bra eller i alla fall inte är beredd att medge detta. I så fall kan det ligga nära till hands att hon väljer det neutrala alternativet.

7.2.2 Elevernas fysiska och sociala självuppfattning

Tabell 7.3 visar att det fanns en viss skillnad mellan grupperna då det gällde deras uppfattningar om den egna förmågan att arbeta med händerna, d.v.s. en dimension av deras fysiska självuppfattning. Andelen elever med en positiv uppfattning om sin egen förmåga att arbeta praktiskt med sina egna händer var högre i undersökningsgruppen och högre än i alla enskilda skolor i jämförelsegruppen. Däremot var andelen elever med en negativ uppfattning lika i de båda grupperna. Någon klar förklaring till denna skillnad är svår att finna.

Tabell 7.3. Elevernas fysiska och sociala självuppfattning.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag är bra på att jobba med händerna	sant+delv.sant	81	65
	delv.sant / delv.fel	14	29
	delv.fel+fel	5	7
Jag har lätt för att komma överens med andra	sant+delv.sant	76	86
	delv.sant / delv.fel	19	13
	delv.fel+fel	5	1
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	sant+delv.sant	15	15
	delv.sant / delv.fel	25	24
	delv.fel+fel	60	61
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	sant+delv.sant	29	55
	delv.sant / delv.fel	52	32
	delv.fel+fel	19	13

Frågorna ”Jag har lätt för att komma överens med andra” och ”Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass” visar att en klar majoritet av eleverna i vardera gruppen hade en positiv uppfattning om sin egen förmåga att komma överens med andra, men även en positiv uppfattning att de inte lät sig styras av de andra i klassen. Resultaten tyder således på att majoriteten av eleverna i

undersökningsgruppen hade en positiv social självuppfattning och med beaktande av den spridning som fanns mellan de olika skolorna i jämförelsegruppen kan undersökningsgruppen betraktas som ”normal”.

Andelen positiva svar på frågan ”Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig” var anmärkningsvärt liten (29 %) i undersökningsgruppen i jämförelse med andelen positiva svar på övriga frågor som berörde elevernas sociala självuppfattning. En relativt stor andel av eleverna i denna grupp valde det neutrala svarsalternativet (52 %). Andelen positiva svar var lägre än i någon av skolorna i jämförelsegruppen. Spridningen mellan skolorna var dock så stor (mellan 32 % och 76 %) att frågan uppenbarligen var svår att besvara, vilket även den höga andelen neutrala svar antyder. I detta avseende fanns det en skillnad jämfört med jämförelsegruppen i vilken andelen positiva svar var 56 %, medan de negativa svaren var 32 %. En korstabulering av frågorna ”Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig” och ”Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass” visade att det i båda grupperna var förhållandevis många av dem som uppgett att de inte bryr sig om vad klasskamraterna tänker om dem, som valde det neutrala svarsalternativet på frågan om de inte vågar göra som de själva vill i sin klass. Elever som uppgav att de inte bryr sig om vad deras klasskamrater tänker om dem svarade också att de vågar göra som de själva vill medan elever som svarat att de bryr sig om vad klasskamraterna tänker om dem också uppgav att de inte vågade göra som de själva vill. Den höga andelen neutrala svar kan eventuellt tolkas så att frågan var svår att besvara och därför valde eleverna ett neutralt svar. De neutrala svaren kan också tolkas så att det fanns klasskamrater vars uppfattningar om en själv var betydelsefulla, medan det fanns andra vars uppfattningar man inte brydde sig om. Då kan det vara naturligt att välja ett neutralt svar.

7.2.3. Elevernas självuppfattning i matematik och biologi

Enkäten innehöll tre frågor som speglade elevernas självuppfattning i matematik samt ytterligare en fråga som gällde elevernas uppfattning om matematiken som ett svårt ämne. Resultaten visar att fördelningen av elevernas självuppfattning i matematik var relativt lika i de båda grupperna (tabell 7.4). Ungefär hälften av eleverna i vardera gruppen tyckte att de hade

lätt för matematik (48 % i undersökningsgruppen och 55 % i jämförelsegruppen) och en något större andel ansåg inte att matematik hörde till deras svagaste ämnen. I vardera gruppen var det en förhållandevis liten andel som ansåg sig vara bättre än andra i klassen i matematik. Svarsfördelningen på denna fråga ligger relativt väl i överensstämmelse med den tidigare behandlade frågan som gällde om eleverna upplevde att de klarade sig bättre än sina klasskamrater (tabell 7.2).

Tabell 7.4. Elevernas självuppfattning i matematik och biologi.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag har lätt för att lära mig matematik	sant+delv.sant	48	55
	delv.sant / delv.fel	29	27
	delv.fel+fel	24	17
Jag är bättre än många andra i klassen i matematik	sant+delv.sant	33	23
	delv.sant / delv.fel	29	32
	delv.fel+fel	38	45
Matematik är ett av mina svagaste ämnen	sant+delv.sant	24	25
	delv.sant / delv.fel	24	17
	delv.fel+fel	52	58
Jag tycker matematik är svårt	sant+delv.sant	29	40
	delv.sant / delv.fel	19	25
	delv.fel+fel	52	35
Jag är bra i biologi (miljö- och naturkunskap, MN) *)	sant+delv.sant	67	65
	delv.sant / delv.fel	24	28
	delv.fel+fel	9	7
Jag tycker att biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är svårt *)	sant+delv.sant	10	7
	delv.sant / delv.fel	24	25
	delv.fel+fel	67	68

**)I frågeformuläret fanns miljö- och naturkunskap med i en parentes med tanke på att eleverna i jämförelsegruppen ännu inte läst biologi i högstadiet utan deras erfarenheter baserade sig på lågstadiet där ämnet benämndes "miljö- och naturkunskap", eller förkortat MN.*

Trots likheterna i fråga om elevernas självuppfattning i matematik fanns det en viss skillnad beträffande frågan om matematik som ett svårt ämne. Medan endast 29 % i undersökningsgruppen tyckte att matematik är svårt, var motsvarande andel i jämförelsegruppen 40 %, och 52 % av undersökningsgruppen tyckte inte att matematik är svårt medan 35 % av jämförelsegruppen valde detta svarsalternativ. På denna fråga fanns det dock stora svarsvariatio-

ner mellan de enskilda skolorna. Andelen som ansåg att matematik är svårt varierade mellan 13 % och 64 %. I fråga om biologi var fördelningarna av såväl elevernas självuppfattning som uppfattning om ämnets svårighetsgrad i det närmaste identiska i vardera gruppen. Ungefär två tredjedelar av eleverna i båda grupperna hade en positiv självuppfattning i biologi och en lika stor andel svarade att de inte ansåg att biologi var ett svårt ämne. Elevernas självuppfattning i biologi var i genomsnitt högre än deras självuppfattning i matematik, och andelen elever som uppfattade biologi som ett svårt ämne var märkbart lägre än motsvarande för matematik.

7.3 Elevernas uppfattningar om matematik och biologi och deras attityder till dessa ämnen

Omkring 90 % av eleverna i vardera gruppen ansåg att matematik är ett viktigt ämne (tabell 7.5). Andelen elever som svarade att de gillar matematik var lika stor i båda grupperna, knappt 40 %, medan en något högre andel av undersökningsgruppen uppgav att de inte gillar matematik.

Tabell 7.5. Elevernas uppfattningar om matematik och biologi samt deras attityder till dessa ämnen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag gillar matematik	sant+delv.sant	38	37
	delv.sant / delv.fel	10	26
	delv.fel+fel	52	37
Det är viktigt att kunna matematik	sant+delv.sant	86	92
	delv.sant / delv.fel	14	7
	delv.fel+fel	0	2
Jag tycker att jag har nytta av det jag lär mig i biologi (miljö- och naturkunskap, MN)	sant+delv.sant	60	77
	delv.sant / delv.fel	10	19
	delv.fel+fel	30	4
Jag tycker biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är intressant	sant+delv.sant	38	59
	delv.sant / delv.fel	38	25
	delv.fel+fel	24	16

I fråga om elevernas uppfattningar om biologi som ett ämne de har nytta av och var intresserade av fanns det en skillnad i svarsfördelningarna mellan grupperna. I detta fall kan förklaringen säkert sökas i elevernas tidigare erfarenheter och innehållet i biologikurserna. Eleverna i jämförelsegruppen baserade sina svar på ämnet miljö- och naturkunskap i lågstadiet medan undersökningsgruppen baserade sina svar på de erfarenheter de hade av biologi i högstadiet. Utgående från svarsfördelningen kan man dra slutsatsen att denna kurs kan ha påverkat en del elevers uppfattningar om och attityder till biologi negativt.

7.4 Elevernas förväntningar på kemi och uppfattningar om experiment

Hälften av eleverna i undersökningsgruppen trodde att de skulle ha lätt för kemi (tabell 7.6). I jämförelsegruppen varierade svarsfördelningen mellan skolorna från 25 % positiva svar till 57 % medan andelen elever med negativa förväntningar på sin egen förmåga varierade mellan 6 % och 17 %. Omkring hälften av alla elever valde det neutrala svarsalternativet på denna fråga. Mot bakgrunden av att eleverna inte tidigare hade erfarenheter av kemi i skolan är det naturligt att många inte hade någon bestämd uppfattning.

Andelen elever som uppfattade kunskaper i kemi som viktiga både rent allmänt men även för dem själva var något högre i undersökningsgruppen än i jämförelsegruppen. I den skolvisa fördelningen var andelen elever som ansåg det viktigt att kunna kemi (60 % - 73 %) inte i någon skola lika stor som andelen elever med en positiv uppfattning i undersökningsgruppen. I två skolor var andelen elever som ansåg det viktigt att de själva lär sig kemi något högre än i undersökningsgruppen. Svarsfördelningarna i undersöknings- och jämförelsegruppen påverkades sannolikt av skillnader i elevernas erfarenheter. Undersökningsgruppen hade haft sin första fysikkurs hösten 2002, d.v.s. några månader före kemikursen, med sin kemilärare. Detta kan ha medfört, dels att de fått en viss information om vad kemi är, dels att de kopplade samman kemien med sina erfarenheter från fysiken. Eleverna i jämförelsegruppen hade inte motsvarande erfarenhet och kan därför ha haft svårare att se betydelsen och nyttan av kemiämnet. I vardera gruppen fanns

en skillnad i uppfattningarna om vikten av att kunna kemi rent generellt och vikten av att själva kunna kemi, så att en större andel uppfattade det viktigt att kunna kemi än andelen elever som uppfattade att de själva behövde kunskaper i kemi. Jag tolkar elevernas svar så att ämnet kemi hade en viss status i elevernas ögon, eventuellt så att det fanns en sammankoppling mellan matematik och kemi, vilket gjorde att kemin, i likhet med matematiken, av många elever uppfattades som ett viktigt ämne. Eleverna kan även utgående från tv-program av typen Hjärnkontoret ha skapat sig en viss uppfattning om kemins betydelse i samhället. Då en elev funderade på vikten av kemi för hennes egen del var utgångspunkten den egna vardagen eller de egna framtidsplanerna. I dessa planer hade hon kanske svårare att se behovet av kunskaper i kemi.

Tabell 7.6. Elevernas uppfattningar om kemi och experiment.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi	sant+delv.sant	52	38
	delv.sant / delv.fel	48	52
	delv.fel+fel	0	10
Det är viktigt att kunna kemi	sant+delv.sant	81	66
	delv.sant / delv.fel	19	30
	delv.fel+fel	0	4
Det är viktigt att jag lär mig kemi	sant+delv.sant	67	59
	delv.sant / delv.fel	33	33
	delv.fel+fel	0	8
Jag tror att jag kan ha nytta där hemma av det jag lär mig i kemi	sant+delv.sant	71	62
	delv.sant / delv.fel	29	25
	delv.fel+fel	0	12
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå kemi	sant+delv.sant	81	77
	delv.sant / delv.fel	19	19
	delv.fel+fel	0	4
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt	sant+delv.sant	24	31
	delv.sant / delv.fel	52	35
	delv.fel+fel	24	33

Elevernas uppfattningar om varför man gör experiment i kemi var i det närmaste lika i de båda grupperna. Ungefär fyra femtedelar av båda grupperna trodde att man gör experiment för att förstå kemi och omkring en fjärdedel svarade att man gör experiment för att det är roligt. Den höga svarsandelen neutrala svar på frågan om experimenten finns med för att det är roligt att

experimentera (52 % i undersökningsgruppen) tolkar jag delvis så att eleverna hade svårt att ta ställning till frågan. En elev som tycker att det är roligt att göra experiment kan ändå ha svårt att tro att någonting ingår i skolans undervisning bara för att det är roligt.

För att undersöka om elevers självuppfattning i matematik eller deras mer allmänna akademiska självuppfattning inverkar på deras förväntningar på sin egen förmåga i kemi har jag korstabulerat frågorna ”Jag har lätt för att lära mig matematik” och ”Jag har lätt för att lära mig” med frågan ”Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi”. I detta fall har jag sammanfört alla eleverna i undersökningen (undersökningsgruppen + jämförelsegruppen) till en grupp. Resultaten finns sammanställda i tabell 7.7 och 7.8.

Tabell 7.7. Sambandet mellan elevernas självuppfattning i matematik och deras förväntningar på sin förmåga i kemi.

		Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi			
		Positiv	Neutral	Negativ	Tot. ant. elever *)
Jag har lätt för att lära mig matematik	Positiv	51 %	43 %	6 %	218
	Neutral	22 %	70 %	8 %	107
	Negativ	27 %	54 %	19 %	69
Totalt antal		153	205	36	394

*) I tabellen ingår såväl undersöknings- som jämförelsegruppen.

Tabell 7.8. Sambandet mellan elevernas självuppfattning i skolan och deras förväntningar på sin förmåga i kemi.

		Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi			
		Positiv	Neutral	Negativ	Tot. ant. elever *)
Jag har lätt för att lära mig	Positiv	47 %	48 %	5 %	251
	Neutral	24 %	61 %	15 %	110
	Negativ	27 %	50 %	23 %	30
Totalt antal		152	203	36	391

*) I tabellen ingår såväl undersöknings- som jämförelsegruppen.

I de båda tabellerna kan man se att elever med positiv självuppfattning i matematik eller som uppfattade att de har lätt för att lära sig även tenderade att ha positiva förväntningar på sin förmåga i kemi. Däremot fanns det ingen

klar tendens som tyder på att elever som ansåg att de hade svårt för matematik eller som tyckte att de hade svårt att lära sig trodde att de skulle ha svårt för kemi. Andelen elever med osäker självuppfattning i matematik eller i fråga om sitt lärande som valde det neutrala alternativet även gällande kemi var synnerligen hög, vilket tyder på att dessa elever själva kan ha svårt att bedöma sin egen förmåga.

7.5 Elevernas attityder till kemi och till experiment

Andelen elever med en positiv förhandsattityd till kemi var stor i vardera gruppen (tabell 7.9). I undersökningsgruppen svarade alla att de såg fram emot att få ha kemi. I jämförelsegruppen var andelen positiva svar 78 %, medan andelen neutrala svar var 19 %, vilket kan ha speglat en större osäkerhet inför vad ämnet kemi egentligen innebär. Detta överensstämmer med tidigare resultat och tolkningar av elevernas uppfattningar om kemi (se ovan). Kemi kan tänkas ha olika ”rykte” i olika skolor, vilket avspeglar sig i de skolvisa skillnaderna. Andelen positiva svar varierade mellan 68 % och 93 %. Även elevernas intresse för att göra experiment i kemi var stort före kursen och relativt få av eleverna var rädda för att kemiundervisningen skulle innebära experiment som kunde vara farliga. Den stora skillnaden i svarsfördelningen på frågan om man föredrar att se på då någon annan gör experiment (71 % av undersökningsgruppen besvarade frågan negativt, 38 % av jämförelsegruppen) kan eventuellt även härledas till skillnader i erfarenhet.

Undersökningsgruppen, som experimenterat i fysik, hade hunnit utveckla en större säkerhet i att själva utföra laborationer jämfört med jämförelsegruppen som inte hade haft fysik (eller kemi) tidigare, och därmed kanske överhuvudtaget inte hade några erfarenheter av att själva göra experiment. Även den något högre andelen elever i undersökningsgruppen som uppgav att de inte var rädda för att de skulle vara tvungna att göra farliga experiment kan troligen förklaras utgående från skillnader i elevernas förkunskaper om kemiämnet i skolan.

Tabell 7.9. Elevernas attityder till kemi och till experiment.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag ser fram emot att få ha kemi	sant+delv.sant	100	78
	delv.sant / delv.fel	0	19
	delv.fel+fel	0	4
Jag tycker om att göra experiment	sant+delv.sant	95	80
	delv.sant / delv.fel	5	16
	delv.fel+fel	0	3
Jag ser helst på när någon annan gör experiment	sant+delv.sant	5	29
	delv.sant / delv.fel	24	33
	delv.fel+fel	71	38
Jag är rädd för att jag måste göra farliga experiment i kemi	sant+delv.sant	5	7
	delv.sant / delv.fel	5	11
	delv.fel+fel	90	82

7.6 Sammanfattning

Majoriteten av de elever som besvarade enkäten hade en positiv inställning till skolan och en positiv självuppfattning. En mycket stor andel av eleverna hade positiva förväntningar på kemi och majoriteten av eleverna såg kemi som ett viktigt ämne. Resultaten från enkäten visar att undersökningsgruppens elever kan ses som en representativ grupp för en klass i årskurs 7 i grundskolan i Finland. Vissa skillnader förelåg mellan undersöknings- och jämförelsegruppen, men skillnaderna var förhållandevis små och vid skolvisa jämförelser låg svarsfördelningen i undersökningsgruppen i allmänhet inom de skolvisa variationerna. En del av skillnaderna mellan grupperna kan troligen förklaras på basis av tidpunkten då eleverna besvarade enkäten. Undersökningsgruppen besvarade enkäten efter att ha gått i högstadiet ett halvt år medan jämförelsegruppen besvarade den i början av sin första termin i högstadiet.

I fråga om elevernas akademiska självuppfattning visar resultaten att eleverna i undersökningsgruppen inte hade en mer positiv självuppfattning än jämförelsegruppen. Utgående från elevernas akademiska självuppfattning kan man således inte dra slutsatsen att eleverna i undersökningsgruppen hade bättre förutsättningar för att arbeta med de kognitiva utmaningar som öppna laborationerna innebär än jämförelsegruppen.

8 Bakgrundsanalys: Lärarna och laborationen i undervisningen

Resultaten i detta kapitel grundar sig på en enkät som sändes till kemilärarna i högstadieskolorna i Svenskfinland våren 2003. Resultaten har analyserats utgående från två frågeställningar, av vilka den första behandlar lärarnas användning av laborationer inom den egna kemiundervisningen. De slutsatser som dras utgående från resultaten används som grund för en bedömning av i vilken utsträckning öppna laborationer användes i kemiundervisningen vid tidpunkten för min undersökning. Samtidigt ger enkätresultaten en möjlighet till jämförelser av användningen av laborationer i de finlandssvenska skolorna med användningen på andra håll. Den andra frågeställningen behandlar förutsättningarna för öppna laborationer i kemiundervisningen utgående från lärarnas uppfattningar om laborationer och öppna laborationer samt utgående från några faktorer som kan ha betydelse för lärarnas självförtro att själva använda öppna laborationer i undervisningen.

8.1 Användningen av laborationer i grundskolans kemiundervisning

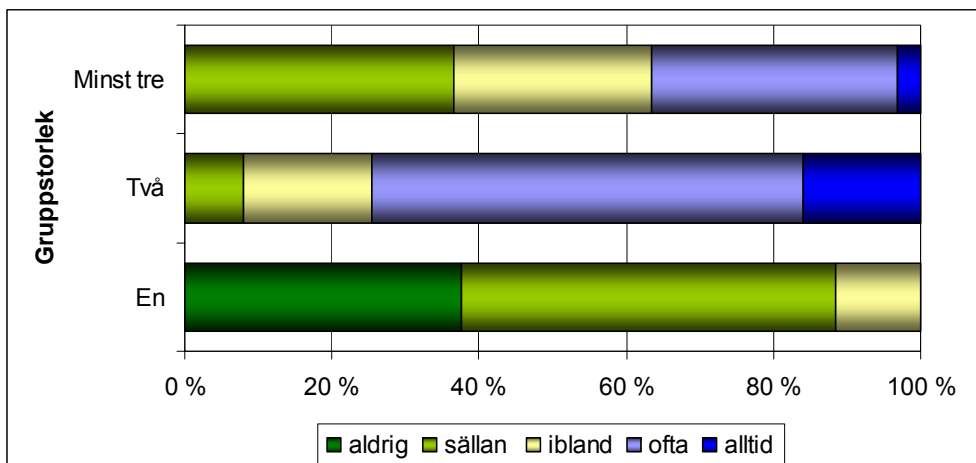
Laborationerna utgör en väsentlig del av kemiundervisningen för de lärare som besvarade enkäten (sammanlagt 70 lärare). På frågan om hur ofta eleverna laborerar i kemi uppskattade drygt 80 % av lärarna att eleverna får laborera ungefär varannan kemilektion, 10 % svarade att eleverna laborerar varje lektion, medan 7 % angav att deras elever får laborera mera sällan än varannan lektion. I tabell 8.1 redovisas fördelningen av hur stor del av undervisningstiden som avsätts för laborationer. Nästan 90 %, eller 62 lärare, uppgav att mellan en och tre fjärdedelar av deras totala lektionstid åtgår till laborativt arbete, inklusive för- och efterarbete.

Tabell 8.1. Uppskattad andel av lektionstid i kemi som upptas av laborationer.

Andelen tid för laborationer under kemilektionerna	Svar	
	Antal lärare	%
Mindre än 1/4	3	4
1/4 – 1/2	31	44
1/2 – 3/4	31	44
Mera än 3/4	4	6
Inget svar	1	1
Totalt	70	100

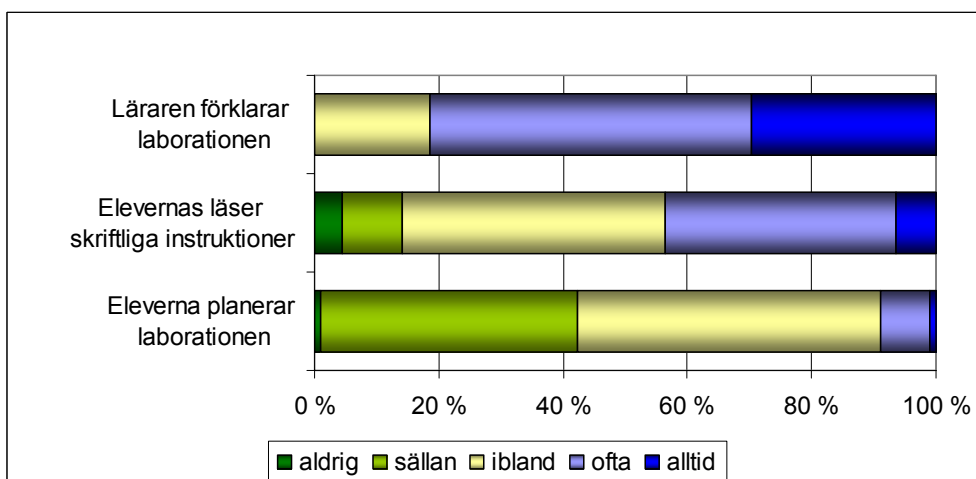
Tidsmässigt motsvarar detta den andel av lektionstiden som lärarna i engelska skolor lägger på det praktiska arbetet i kemiundervisningen, enligt en undersökning av Pekmez, Johnson & Gott (2005). Deras undersökning visar att lärarna använder 20–60 % av lektionstiden till praktiskt arbete. Resultatet är svårt att jämföra med motsvarande resultat i Akselas & Juvonens undersökning (1999), genom att deras undersökning gällde såväl gymnasie- som högstadielärare. Deras undersökning visar i alla fall att kemilärarna använder laborationer förhållandevis mycket i sin undervisning.

Laborationerna genomförs för det mesta så att eleverna arbetar parvis, men även grupper med tre eller flera elever förekommer (figur 8.1). Tre fjärdedelar av lärarna svarade att eleverna alltid eller ofta arbetar parvis, medan en dryg tredjedel uppgav att eleverna ofta eller alltid arbetar i större grupper (3 eller flera). Det är ovanligt att elever genomför laborationer på egen hand, 89 % av de svarande lärarna uppgav att eleverna aldrig eller sällan gör det. Resultaten överensstämmer med de svar Aksela & Juvonen (1999, s. 18) fick i sin undersökning, enligt vilken eleverna i allmänhet arbetar parvis, men att arbete i större grupper eller team även förekommer.



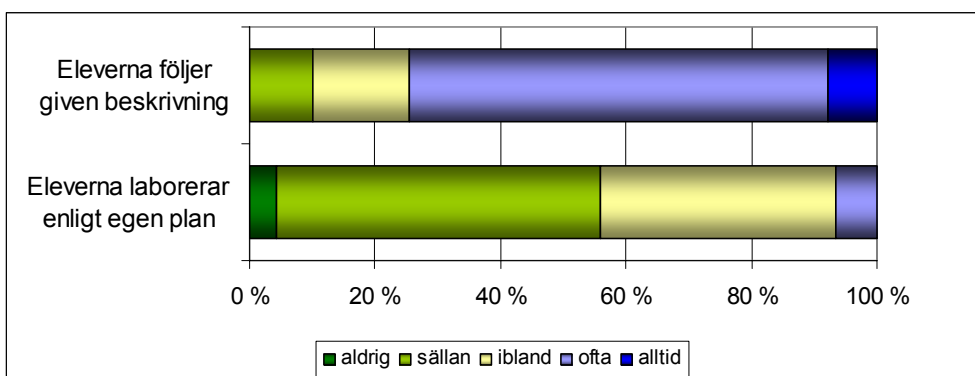
Figur 8.1. Användningen av olika gruppstorlekar vid laborationer.

Laborationerna utgår, enligt lärarna, för det mesta från givna beskrivningar, vilket jag tolkar som traditionella kokboks-laborationer, d.v.s. laborationer som introduceras så att eleverna antingen själva får läsa igenom instruktionerna eller så att läraren förklarar för eleverna vad och hur de skall göra. Det vanligaste sättet är att läraren förklarar (figur 8.2). Den skriftliga beskrivningen används även som ett komplement till lärarens muntliga förklaring. Beskrivningen innehåller instruktioner om hur eleverna skall göra laborationen.



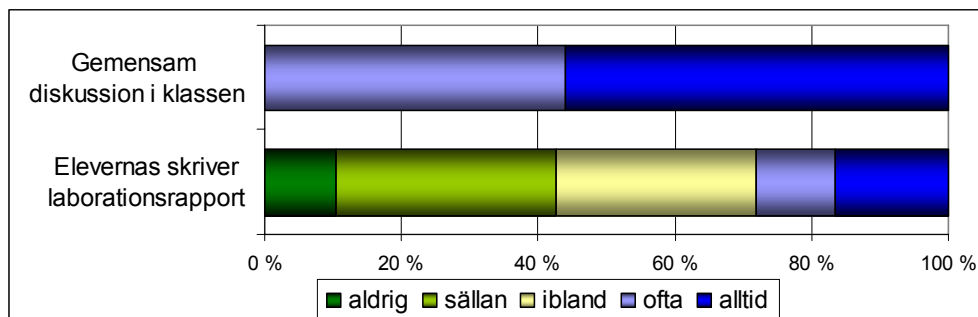
Figur 8.2 Olika sätt att introducera laborationer.

Laborationerna kan innehålla moment som eleverna själva skall planera (fig. 8.2 och 8.3). Mot bakgrunden av att majoriteten av lärarna uppgav att eleverna ofta eller alltid laborerar enligt en given beskrivning, tolkar jag dock svaren så att dessa moment endast består av mindre delmoment och inte hela undersökningar som skall planeras av eleverna själva. Enligt Akselas & Juvonens (1999, s. 19) undersökning var det förhållandevis få lärare som tyckte att laborationerna skall vara öppna. Lärarna i deras undersökning poängterade vikten av att en laboration skall vara tydlig, med ett tydligt resultat och att den skall vara lätt att genomföra. Dessa uppfattningar är i överensstämmelse med resultaten i denna undersökning som visar att lärarna i allmänhet använder klart strukturerade laborationer där instruktioner om hur laborationen skall genomföras ges åt eleverna.



Figur 8.3. Genomförandet av laborationer.

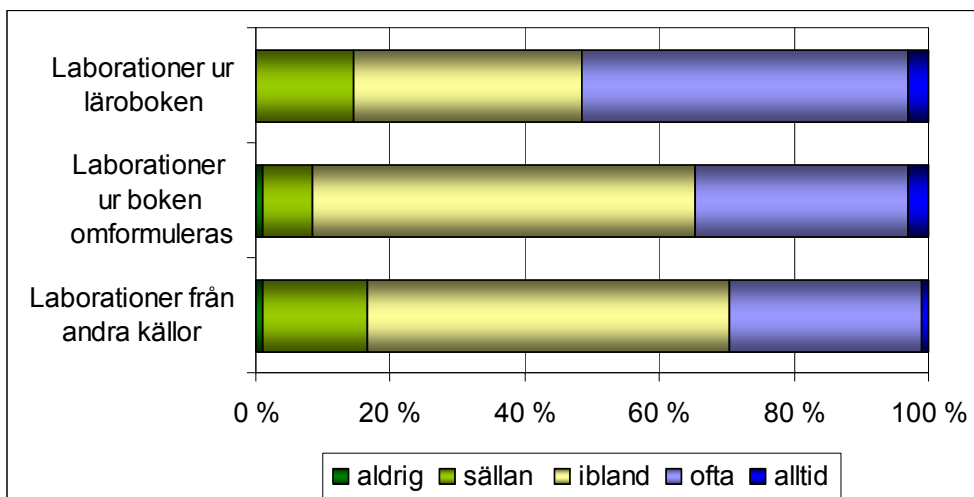
Diskussionen efter en laboration uppfattas av lärarna som väsentlig. Enligt resultaten i figur 8.4 uppgav alla lärare som besvarade frågan om man i klassen efter laborationen gemensamt diskuterar resultat och slutsatser att man gör detta ofta eller alltid. Betydelsen av efterdiskussionen framhålls även av Roth (1995, s. 126-127) som lyfter fram dess värde med tanke på elevernas förståelse av vad som skett i laborationen. Samtidigt utgör denna diskussion enligt honom ett tillfälle då eleverna i klassen får diskutera kemi och bolla sin egen förståelse mot en representant för det naturvetenskapliga samfundet.



Figur 8.4. Förekomsten av gemensam diskussion efter laborationerna samt av laborationsrapporter.

Bruket att låta eleverna skriva laborationsrapporter varierar bland lärarna (figur 8.4). Tjugo lärare, eller en dryg fjärdedel, svarade att eleverna ofta eller alltid skriver rapport, medan 37 lärare svarade att de sällan eller bara ibland gör en rapport, och sju lärare uppgav att eleverna aldrig skriver rapport (sex lärare lämnade frågan obesvarad). För en lärare som uppfattar att laborationernas främsta funktion är att motivera eleverna kan det falla sig naturligt att lämna bort laborationsrapporter. Många lärare har troligen under sin egen studietid kämpat med rapporter som de kanske inte alltid uppfattat som speciellt motiverande. I klassen kan det finnas elever med läs- och skrivsvårigheter, vilket gör att man som lärare eventuellt vill undvika att belasta eleverna med alltför mycket skrivande. Om skrivandet i samband med laborationerna upplevs betungande kan det påverka elevernas attityder till ämnet negativt. Lunetta (1998) lyfter dock fram vikten av laborationsrapporten genom att den ger eleverna möjlighet att reflektera över sina observationer, hypoteser, begrepp och teorier.

Lärarna använder i främsta hand laborationer som finns i läroboken, dock så att de i vissa fall formulerar om dem (figur 8.5). Andra laborationskällor är t.ex. andra läromedel, Internet, samt material som läraren har fått i samband med någon kurs eller av någon annan lärare. En del lärare uppgav också att de själva skapar nya laborationer. Laborationer som läraren upplevt vara fungerande och bra kan få finnas kvar i undervisningen även om man byter lärobok och laborationen inte ingår i den nya boken.



Figur 8.5. Användningen av olika källor till laborationer.

Tabell 8.2. Lärarnas motiveringar till att formulera om en laboration.

Motivering	Antal svar
Gör laborationen tydligare, enklare, passar för elevgruppen, mer strukturerad	30
Anpassa till egna formuleringar, eget språk	6
Anpassa till skolans utrustning	13
Anpassa till aktuell teori	5
Anpassa efter tillgänglig tid	3
Öka säkerhet	1
Utveckla laborationen (göra den intressantare, mera meningsfull, roligare)	11
Utgå från elevernas egna frågor, passa med PBL, eleverna skall jobba mer självständigt	4

Lärarna är inte alltid nöjda med de färdiga formuleringar som bokens laborationsbeskrivningar ger. Orsaken är i främsta hand att man vill göra laborationen enklare och tydligare eller mer strukturerad (tabell 8.2). Andra orsaker är att man är tvungen att anpassa laborationen så att den lämpar sig för skolans utrustning och för de kemikalier som finns att tillgå eller att man måste anpassa sig efter den tid man har att tillgå. Det är således den vardagliga verkligheten i skolan som styr lärarnas val i detta fall. Ingen lärare har direkt uppgett att han väljer att formulera om en laboration för att göra den mera öppen. Däremot kan de fyra svaren i den sista kategorin i tabellen tolkas

som strävanden i riktning mot större möjlighet för eleverna att själva få välja och styra över sitt arbete.

8.2 Förutsättningar för öppna laborationer utgående från lärarnas uppfattningar

8.2.1 Lärares uppfattningar om syftet med laborationer i kemiundervisningen

Lärarnas uppfattningar om att undervisa kemi utan laborationer, alternativt varför de inte kan tänka sig att undervisa utan laborationer, undersöktes genom att de fick välja att komplettera den ena av följande påbörjade meningar: ”Jag skulle kunna tänka mig att undervisa kemi i högstadiet utan elevlaborationer därför att...” och ” Jag skulle inte kunna tänka mig att undervisa kemi i högstadiet utan elevlaborationer därför att...”. Ingen av de lärare som besvarade enkäten valde det första svarsalternativet. Lärarna ansåg således alla att det i högstadiet är otänkbart att undervisa kemi utan att eleverna får laborera.

Lärarnas motiv till att de inte kan tänka sig en kemiundervisning utan laborationer presenteras i tabell 8.3. Svaren är sammanställda i sex kategorier. De två första kategorierna är av kognitiv karaktär. Den första kategorin innefattar svar som har en direkt koppling till teorin, medan den andra kategorin inbegriper förståelsen för ett naturvetenskapligt arbetssätt och för kemin som en experimentell vetenskap. Den tredje gruppen av svar hänför sig till den affektiva domänen: laborationerna bidrar till intresset hos eleverna och gör ämnet intressantare och roligare. Den fjärde kategorin utgörs av svar som anger att laborationerna är nyttiga genom att de ger eleverna möjlighet att förstå kemin i vardagen. Den näst sista kategorin består av svar som innebär att laborationerna skall ge eleverna vissa praktiska färdigheter, och den sjätte och sista kategorin är svar som lyfter fram samarbetsaspekten på laborationerna; i laborationerna får eleverna träna sin samarbetsförmåga. Lärarna kan ha uppgett flera olika syften vilket gör att det totala antalet svar är större än antalet lärare som besvarat frågan.

Tabell 8.3. Lärarnas motiveringar till att de inte kan tänka sig att undervisa kemi utan laborationer.

Orsak	Antal svar
Stöder teori (förståelse, minnet, konkretisering)	34
Experimentell vetenskap	21
Skapar intresse	17
Nytta / vardagsförståelse	5
Praktiska färdigheter	5
Samarbete	2
Svar saknas	8

En betydande andel av lärarna ser kopplingen mellan teorin och laborationen som väsentlig vid laborationerna och uppfattar att laborationens funktion i kemiundervisningen är att bekräfta teorin. Resultatet överensstämmer med andra forskares resultat. Pekmez & al. (2005) kommer i sin undersökning fram till att lärarna i främsta hand uppfattar att laborationerna finns med i undervisningen för att stöda teorin och för att illustrera och bekräfta. I deras undersökning kom laborationens roll som motivationsskapare på andra plats bland lärarna och på tredje plats kom laborationens betydelse för att ge eleverna träning i praktiska färdigheter såsom att hantera instrument samt att hantera tabeller och grafer. Liknande resultat finner man hos Aksela & Juvonen (1999, s. 19). Enligt Aksela & Juvonen ansåg lärarna framför allt att en laboration stöder elevernas lärande av teorin.

Laborationerna uppfattades av närmare en tredjedel av lärarna (21 stycken) som väsentliga med tanke på att kemin är en experimentell vetenskap och därför bör undervisas så att experiment även utgör del av undervisningen. En lärare uttryckte det helt enkelt så här: ”kemi = labb”; en annan lärare uppfattade kemiundervisning utan laborationer som att ”hela poängen med en experimentell vetenskap skulle gå förlorad”. Några drog paralleller till sin egen skoltid, då de upplevde att kemiundervisningen utan laborationer var tråkig, och att laborationerna därför är viktiga med tanke på elevernas intresse och attityder. Laborationerna kan därför ses som en viktig motivationsfaktor i kemiundervisningen. Ingen lärare lyfte fram laborationen som ett viktigt tillfälle för eleverna att själva planera och genomföra egna undersökningar.

8.2.2 Lärares uppfattningar om öppna laborationer och deras attityder till dem

Majoriteten av lärarna hade i princip en positiv attityd till öppna laborationer. 39 lärare uppgav i enkäten att de använder, eller planerar att använda öppna laborationer i sin undervisning, medan 23 svarade negativt och 8 lämnade frågan obesvarad. En del av lärarna som lämnat frågan obesvarad gjorde det helt enkelt för att frågeställningen var ofullständig på deras frågepapper p.g.a. ett misstag vid kopieringen av frågeformuläret vid deras skola. Jag tolkar de positiva svaren så att de flesta av dessa lärare tills vidare endast planerade att använda öppna laborationer och att användningen vid tillfället för enkäten var relativt blygsam. Stöd för denna tolkning finner jag i de enkätresultat som jag diskuterat tidigare (avsnitt 8.1), ur vilka det framgår att lärarna främst använder laborationer ur läroböckerna och att dessa enligt min tidigare undersökning till övervägande del är styrda och strukturerade (Kurtén-Finnäs, 2000). I den mån laborationer omformuleras sker detta främst i syftet att göra dem ännu tydligare och mer strukturerade.

Lärarna skulle även motivera varför de kan tänka sig, alternativt varför de inte kan tänka sig, att använda öppna laborationer i sin undervisning. Lärarnas svar på denna fråga var sammankopplade med den tidigare frågan som berörde användningen av öppna laborationer i den egna undervisningen. En lärare som svarat att han använder eller planerar att använda öppna laborationer i sin undervisning skulle således motivera varför, och på motsvarande sätt skulle den lärare som valt det negativa svarsalternativet ange motiveringar. Lärarnas svar har jag sammanställt i sex respektive fyra olika kategorier (tabell 8.4 och 8.5), beroende på vilket svarsalternativ de valt. Lärarna kunde uppge flera olika motiv, vilket betyder att summan av lärarsvaren inte är samma som antalet lärare, som valt respektive svarsalternativ.

De 39 lärare som svarade att de kan tänka sig att låta eleverna arbeta med öppna laborationer såg fördelen med dessa laborationer främst ur ett kognitivt perspektiv; eleverna får utveckla sitt eget tänkande genom att ägna sig åt praktisk problemlösning i laboratoriet eller genom att de får träna sig i att koppla ihop frågeställning med metoder och resultat (tabell 8.4). Fyra lärare

lyfte speciellt fram den öppna laborationens betydelse för att eleverna skall få använda och tillämpa sina kunskaper. Öppna laborationer där man lär sig att beakta variabler och konstanter är samtidigt en illustration av problemlösning, och en övning för problemlösning i verkligheten utanför skolan. Ett flertal av lärarsvaren speglar en förståelse för de öppna laborationernas affektiva dimension; de öppna laborationerna upplevs som motiverande av eleverna, eleverna upplever att de lär sig mera och elevernas självförtroende växer då de märker att ”de kan producera något...”. Vissa lärare såg de öppna laborationerna främst som någon form av utvärderingsuppgifter, ett sätt att testa eleverna färdigheter på ett område.

Tabell 8.4. Lärarnas motiveringar till att de kan tänka sig att använda öppna laborationer i sin undervisning.

Motivering	Antal svar
Utvecklar elevernas tänkande	21
Eleverna måste använda sina kunskaper	4
Motiverande, ger bättre självförtroende	6
Utvecklar självständighet, eleverna får ta ansvar m.m.	6
Finns i verkliga livet	2
Test- eller kontrollfunktion	4

Tabell 8.5. Lärarnas motiveringar till att de inte kan tänka sig att använda öppna laborationer i sin undervisning.

Motivering	Antal svar
Eleverna klarar inte av dem	10
Yttre omständigheter; tid, gruppen, utrymmen, säkerhet	20
Egen osäkerhet	2
Laborationerna resultatlösa	1

De lärare som uppgav att de inte använde, och inte heller planerade att börja använda, öppna laborationer i sin kemiundervisning motiverade i första hand detta med praktiska faktorer, såsom bristfälliga utrymmen, för stora undervisningsgrupper eller att det är alltför riskabelt för eleven (tabell 8.5).

Tio av dessa 23 lärare ansåg att eleverna inte klarar av öppna laborationer, de är inte tillräckligt mogna eller kan inte tillräckligt. En lärare uttryckte det

såhär: ”högstadiel elever saknar den mognad som krävs”. Två av lärarna upplevde en egen osäkerhet i och med att de inte hade egna erfarenheter av öppna laborationer från tidigare. Bl.a. Woolnough & Allsop (1985) påpekar att lärarnas egna bristande erfarenheter av öppna laborationer kan vara ett hinder för att ta in denna typ av laborationer i den egna undervisningen. En av lärarna lyfte fram de öppna laborationerna som ”resultatlösa” och därför onödiga att odla tid på; ”tiden är för knapp för att tillåta ’resultatlösa’ laborationer”. Tolv lärare nämnde tidsfaktorn som avgörande för att de inte använde öppna laborationer. En lärare kopplade samman tidsbristen med läroplanen: ”tiden för laborationerna blir längre (har vi tid med det? Vi hinner inte ens nu med allt som tas upp i läroplanen)”. Jag tolkar svaren så att dessa lärare inte uppfattar att eleverna lär sig sådant som är tillräckligt värdefullt i samband med de öppna laborationerna och som de inte kan lära sig på något annat snabbare sätt, så att det skulle motivera att man lägger tid på denna typ av laborationer. Enligt Olson (1990) vill lärare inte använda laborationer vars effektivitet de ifrågasätter. Tiden i klassen blir en faktor som styr vad som undervisas och hur det undervisas. Varje lärare har med sig sina ämneskunskaper och sina didaktiska kunskaper till klassen, vilket påverkar hans uppfattningar samt val av undervisningsmetoder och strategier (Newton, 2003, s. 171).

8.2.3 Lärares uppfattningar om elevernas förhållningssätt till öppna laborationer

I enkäten fick lärarna komplettera meningen ”Om mina elever ställs inför en öppen labb tror jag att de...”. Lärarnas svar på denna fråga speglar såväl positiva som negativa uppfattningar om elevernas reaktioner. En stor del av de lärare som valde alternativet *använt eller planerar att använda öppna laborationer i den egna undervisningen* (64 %) lyfte fram både positiv och negativ respons hos eleverna (tabell 8.6). Bland de lärare som uppgett att de inte använder eller inte planerar att använda öppna laborationer var andelen som gav negativa svar gällande elevernas respons störst (35 %).

Tabell 8.6. Sambandet mellan lärarnas beredskap att använda öppna laborationer och deras uppfattningar om elevernas förmåga att genomföra öppna laborationer.

Använder/ planerar att använda öppna laborationer *)	Positivt svar %	Negativt svar %	Positiv + negativt svar %	Inget svar / neutralt svar %	Totala antalet svar
Ja	18	8	64	10	27
Nej	9	35	26	30	25

*) Åtta lärare lämnade frågan obesvarad.

Lärarnas positiva svar berörde affektiva dimensioner av laborerandet, såsom att de flesta elever ivrigt tar sig an uppgiften, de ser den som en utmaning eller känner sig duktiga och stolta då de klarar av den öppna laborationen. Flera lärarsvar tyder på uppfattningar om att öppna laborationer kan lämpa sig för vissa elever men vara olämpliga för andra. Ett flertal lärare hade en uppfattning att elever som de beskrev som svaga inte klarar av öppna laborationer. Vissa lärare lyfte även fram problem med att de öppna laborationerna får eleverna att känna sig osäkra och hjälplösa. En lärare svarade att det skulle medföra ”totalt kaos”, medan en annan hade uppfattningen att eleverna själva vill göra laborationen i helklass under lärarens ledning, d.v.s. denna lärare ansåg att eleverna inte vill ha den självständighet som en öppen laboration innebär. En av lärarna såg problemet hos läraren och hade uppfattningen att läraren kan känna sig minst lika osäker som eleverna.

8.2.4 Faktorer som påverkar lärarnas självförtroende

Lärarens självförtroende påverkas såväl av yttre som inre faktorer. Till yttre faktorer hör bl.a. lärarens uppfattningar om ramfaktorer som påverkar hans möjligheter att genomföra undervisningen på ett sätt som han själv vill. I fråga om laborativt arbete kan sådana faktorer vara skolans utrustningsnivå med tanke på kemilaborationer, men även gruppstorleken under kemilektionerna.

Lärarna ansåg att utrustningsnivån i den skola de arbetar på är på en tillfredsställande nivå med tanke på kemiundervisningen (tabell 8.7). Ingen av lärarna svarade att utrustningsnivån är dålig eller mycket dålig. De flesta uppgav att

nivån är medelmåttig eller god. Sju lärare uppgav att utrustningen i skolan är på mycket god nivå.

Tabell 8.7. Lärarnas uppfattning om utrustningsnivån för kemiundervisningen.

Utrustningsnivå i skolan	Antal lärare
Mycket dålig / dålig	0
Medelmåttig	34
God	27
Mycket god	7
Inget svar	2
Totalt	70

Gruppstorlekarna inom kemiundervisningen finns nästan uteslutande i kategorin 11–20 elever (tabell 8.8). Undantag utgörs av små skärgårdsskolor där eleverna i en årskurs kan vara färre än 10 elever. Fyra lärare uppgav att gruppstorleken kan vara större än 20 elever i kemiundervisningen. Lärarens uppfattning om gruppstorleken kan vara avgörande för hur han genomför undervisningen. Dessa uppfattningar är beroende av den enskilda gruppens sammansättning, men kan också spegla en mer generell syn. Några av lärarna som besvarade enkäten uppgav att de inte kunde tänka sig öppna laborationer i sin undervisning eftersom grupperna är alltför stora. Samtidigt hade dessa lärare uppgett att grupperna i kemiundervisningen i den skola de arbetade bestod av mindre än 17 elever.

Tabell 8.8. Antalet elever i klassen under kemilektionerna.

Gruppstorlek	Antal lärare
≤ 10 elever	4
11–16 elever	29
17–20 elever	33
≥ 21 elever	4
Totalt	70

Tabell 8.9. Lärarnas studier i kemi och deras beredskap för öppna laborationer.

Antal studieveckor	Totala antalet lärare	Använder / planerar att använda öppna laborationer	Använder inte / planerar inte att använda öppna laborationer	Inget svar
0	6	4	1	1
1–10	0	-	-	-
11–33 (appr.)	26	10	13	3
34–54 (cum laude)	20	12	5	3
55– (laudatur)	17	11	3	3
Saknas uppgifter	1	1	-	-

En lärares självförtroende påverkar hans val av aktiviteter i klassen (Pintrich & Schunk, 2002, s. 331). Enochs, Scharman & Riggs (1995) visar i en studie på korrelation mellan antalet kurser lärarstuderande läst i naturvetenskap och deras självförtroende att undervisa i naturvetenskap. White (1988) framhåller betydelsen av goda ämneskunskaper hos läraren. Då man studerar hur lärarna förhåller sig till de öppna laborationerna i den egna undervisningen och samtidigt ser på lärarnas egna studier i kemi (antal studieveckor) kan man konstatera att andelen lärare som använde eller planerade att använda öppna laborationer var större ju mera studier i kemi läraren i fråga hade (undantag lärare som saknar studieveckor i kemi) (tabell 8.9). En större trygghet i de egna ämneskunskaperna innebär sannolikt att man som lärare känner sig bättre rustad att gå in i de utmaningar som de öppna laborationerna innebär även för läraren. De öppna laborationerna innebär att laborationerna kan utformas på andra sätt än om läraren själv styr laborationen. Eleverna kan komma till "felaktiga svar"; de kan ställa frågor som läraren inte alltid har svar på. Detta kan för en lärare kännas både främmande och skrämmande. Läraren har ju av tradition "haft alla svar". Chin & Kayalvizhi (2002) lyfter fram problemet med att en lärare kan känna sig obekvämt i en roll där eleverna formulerar frågor som kan leda till att läraren inte alltid har svaret. En lärare som har djupare ämneskunskaper har kanske lättare att klara en utmaning där hans ämneskunskaper inte nödvändigtvis räcker till och att se elevernas frågor som utmaningar och inte som hot. Goda ämneskunskaper bidrar till att höja den egna självförtroendet vilket kan göra en mera öppen för utmanande metoder i undervisningen. Gruppen lärare som saknar studier i

kemi utgör ett undantag från kopplingen mellan hur de planerar att använda öppna laborationer och mängden studier. En förklaring kan vara att en lärare som är beredd att undervisa kemi utan studier i ämnet, vilket redan i sig är en stor utmaning, inte är rädd för andra utmaningar. Gruppen är dock så pass liten att det är omöjligt att dra några generella slutsatser.

8.2.5 Sammanfattning

Utgående från enkätresultaten kan man konstatera att kemilärarna i högstadierna i Svenskfinland i allmänhet använder förhållandevis mycket av lektionstiden till laborationer. Eleverna laborerar för det mesta parvis. Laborationerna är till största delen styrda laborationer där eleverna får instruktioner av läraren hur de skall genomföra laborationen. Användningen av laborationsrapporter är relativt begränsad.

Majoriteten av de lärare som besvarade enkäten var positiva till öppna laborationer och kunde tänka sig att använda öppna laborationer i den egna undervisningen. Samtidigt visar dock enkäten att öppna laborationer inte används i någon större utsträckning i undervisningen och att det snarast finns tendenser till att lärarna strukturerar laborationerna ännu tydligare än de beskrivs i boken. Drygt hälften av de lärare som var positiva till öppna laborationer såg värdet i dessa genom att eleverna får utveckla det egna tänkandet. Flera lärare lyfte fram affektiva dimensioner: de öppna laborationerna kan vara motiverande för eleverna och utveckla deras självständighet. De positiva lärarsvaren speglar en syn på lärandet där utvecklandet av det egna tänkandet är väsentligt. Lärandet handlar inte bara om att ”inhämta kunskap”.

Resultaten visar dock samtidigt att det finns en betydande andel lärare som ställer sig negativa till öppna laborationer. Lärarens ämneskunskaper kan vara väsentliga med tanke på hans beredskap att använda öppna laborationer. Lärare med mera studier i kemi förhåller sig i allmänhet mer positiva till öppna laborationer än lärare med färre studieveckor. En lärares uppfattningar om ramfaktorer, såsom utrustningsnivå och gruppstorlekar, kan även påverka hans intresse för öppna laborationer. Bristen på egna erfarenheter av öppna laborationer är sannolikt en faktor som inverkar på lärares tveksamhet att

använda denna typ av laborationer i den egna undervisningen. Lärarna kan sakna kunskap om vad en öppen laboration egentligen innebär i praktiken, hur en öppen laboration skall byggas upp för att vara meningsfull och vilken lärarens roll skall vara vid den öppna laborationen. En lärare som uppfattar öppna laborationer som "resultatlösa" kan ha svårt att se värdet av öppna laborationer som tillfällen för värdefullt lärande (jfr Hofstein & Lunetta, 2004). Genom att lärarna själva i sin utbildning troligen arbetat med välstrukturerade laborationer där syftet varit att komma fram till "det rätta svaret" kan öppna laborationer kännas främmande (jfr Hodson, 1993).

En lärares uppfattning om laborationens funktion i kemiundervisningen påverkar sannolikt hans beredskap att använda öppna laborationer. För att en lärare skall vara beredd att använda öppna laborationer i den egna undervisningen bör han kunna se värdet av dem och se dem som så värdefulla att han är beredd att låta dem uppta den lektionstid de kräver, trots att de är mera tidskrävande än en tillrättalagd och styrd laboration. I arbetet med öppna laborationer är det till fördel om läraren kan se mångfald i resultat och tillvägagångssätt som en styrka och inte som ett misslyckande. De lärare som ingick i Levävaaras studie (1997) som gällde användning av öppna laborationer i grundskolans fysikundervisning, framhöll processens betydelse framför de enskilda resultaten med tanke på elevernas lärande i samband med de öppna laborationerna.

Ytterligare en betydelsefull faktor som styr lärarens användning av laborationer i sin undervisning är lärarens syn på eleverna och deras förmåga. En lärare som uppfattar att de öppna laborationerna är för svåra för eleverna och att de inte lämpar sig för "svaga elever", eller som uppfattar att eleverna själva önskar styrning från läraren, undviker sannolikt att använda öppna laborationer i den egna undervisningen.

Lärarnas arbete styrs av läroplanen. En lärare som upplever att läroplanen innehåller alltför mycket stoff som han måste hinna behandla i sin undervisning är sannolikt inte beredd att "offra" den tid som öppna laborationer kräver. Resultaten från enkäten visar dock att lärarna avsätter förhållandevis mycket lektionstid för laborationer. Det kan således finnas rum att minska på antalet laborationer för att i stället ge eleverna möjlighet att arbeta med öppna

laborationer, vilket gör att eleverna får arbeta med större utmaningar då de laborerar (jfr Hofstein & al., 2005; Lunetta, 1998).

9 Resultat: De öppna laborationerna och eleverna

Principerna för resultatredovisningen har tidigare beskrivits i avsnitt 6.7.1. I kapitlet 9 redovisas i första hand för resultaten från den andra elevenkäten och jämförelser med den första elevenkäten görs. Elevernas svar och kommentarer från intervjuerna, deras självvärderingar samt inspelningar från de olika laborationstillfällena har också använts för att belysa och fördjupa undersökningsgruppens enkätsvar. Motsvarande uppgifter är inte insamlade för jämförelsegruppen. För frågor som ingick i båda enkäterna har jag korstabulerat svaren, men eftersom förskjutningarna i regel varit små, redovisar jag främst de endimensionella fördelningarna. I några enskilda fall presenteras dock resultaten från korstabuleringarna.

Gällande redovisningen av resultaten från elevenkäterna följs samma principer som i kapitel 7, så att svarskategorierna ”sant” och ”delvis sant” sammanfogats i en kategori ”sant + delvis sant” och kategorierna ”delvis fel” och ”fel” på motsvarande sätt i en gemensam kategori. Enkätfrågorna i den andra elevenkäten finns i bilaga 2 och de fullständiga enkätresultaten finns redovisade i bilaga 4. Liksom i fråga om bakgrundsbeskrivningen i kapitel 7 har jag även granskat utfallet i de enskilda skolorna. Variationen mellan jämförelseskolorna redovisas med hjälp av variationsvidden för de enskilda frågorna i bilaga 6. Datamaterialets karaktär med flera olika datakällor för undersökningsgruppen, samt det faktum att jag vid den skolvisa bedömningen beaktat flera frågor samtidigt, har medfört att jag inte utfört formella statistiska test av resultaten för enskilda frågor. Eftersom antalet elever i undersökningsgruppen dessutom var så begränsat och de enskilda förändringarna mellan enkäterna så få, är formellt statistiskt signifikanta resultat i praktiken omöjliga att uppnå.

9.1 Elevernas skoltrivsel

Andelen elever med positiva attityder till skolan och till den egna klassen ökade under perioden i undersökningsgruppen. Före kemikursen svarade 67 % av undersökningsgruppen att de trivs i skolan (tabell 9.1) medan 86 % svarade positivt på frågan efter kursen och andelen elever som uppgav att de trivs i sin klass ökade från 81 % till 100 %. Frågan som gällde det egna lärandet i skolan visade en liten negativ utveckling i undersökningsgruppen. I jämförelsegruppen skedde små förskjutningar i svarsfördelningen i vardera riktningen på dessa frågor, men man kan dock säga att uppfattningarna var förhållandevis stabila. Detta gäller även för de enskilda skolorna.

Tabell 9.1. Elevernas skoltrivsel före och efter kemikursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen		Jämförelsegruppen	
		Före %	Efter %	Före %	Efter %
Jag trivs i skolan	sant+delv.sant	67	86	77	79
	delv.sant / delv.fel	29	14	18	16
	delv.fel+fel	5	0	6	5
Jag trivs i min klass	sant+delv.sant	81	100	91	88
	delv.sant / delv.fel	19	0	7	9
	delv.fel+fel	0	0	2	3
Jag önskar jag slapp gå i skolan	sant+delv.sant	19	14	27	24
	delv.sant / delv.fel	19	33	27	30
	delv.fel+fel	62	52	46	47
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	sant+delv.sant	100	90	82	76
	delv.sant / delv.fel	0	10	14	20
	delv.fel+fel	0	0	4	4

9.2 Elevernas uppfattningar om experimentens funktion i kemiundervisningen

Tre fjärdedelar av både undersöknings- och jämförelsegruppens elever uppfattade före kemikursen att experimentens roll var att hjälpa eleverna i deras förståelse av kemi (tabell 7.6).⁵ I undersökningsgruppen ändrade en

⁵ Termerna experiment och laboration används i denna undersökning parallellt. Eftersom eleverna i jämförelsegruppen inte undervisats i kemi eller fysik innan de besvarade den första

elev (5 %), som före kursen uppfattade att experimenten finns med för förståelsens skull, sin uppfattning till den motsatta (tabell 9.2). I övrigt var uppfattningarna i gruppen stabila. Även i jämförelsegruppen var uppfattningarna relativt stabila.

I vardera gruppen minskade andelen elever som uppfattade att laborationerna ingår i undervisningen för att det är roligt att göra experiment, dock så att minskningen var större i jämförelsegruppen. Resultaten kan kopplas samman med elevernas uppfattningar om experimentens funktion att hjälpa dem i deras förståelse. Många elever kan uppfatta dessa frågor som varandra uteslutande, d.v.s. uppfattar man att laborationens finns med för att det är roligt att laborera kan laborationens roll inte samtidigt vara att man med hjälp av den skall förstå kemin.

Tabell 9.2 Elevernas uppfattningar efter kemikursen om varför man gör experiment i kemiundervisningen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå teorin i kemi	sant+delv.sant	76	80
	delv.sant / delv.fel	19	18
	delv.fel+fel	5	2
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt	sant+delv.sant	15	17
	delv.sant / delv.fel	50	29
	delv.fel+fel	35	54

Hälften av eleverna i undersökningsgruppen valde det neutrala svarsalternativet på frågan om man gör experiment för att det är roligt, såväl före som efter kursen. Det är tänkbart att de öppna laborationerna bidrog till en viss osäkerhet gällande laborationernas funktion. Den sista öppna laborationen som eleverna i undersökningsgruppen genomförde var laborationen ”Bästa teet”. I denna laboration hade eleverna fria händer att själva utforma kriterier samt utveckla själva laborationen. Laborationen anknöt inte direkt till den aktuella teorin utan syftet var att eleverna skulle utveckla sina färdigheter att

enkäten valde jag att använda termen experiment i stället för laboration, då jag bedömde att experiment är en term som är mera använd utanför undervisningssammanhang. I fortsättningen använder jag dock i huvudsak termen laboration.

själva planera och genomföra en undersökning. Elevernas svar i deras självutvärdering efter te-laborationen visar att de själva egentligen inte uppfattat laborationens syfte. Detta kan ha bidragit till att en del elever uppfattade att laborationerna inte nödvändigtvis finns med för att öka förståelsen för teorin, utan syftet är något annat, som de kanske själva inte riktigt förstått vad det är. Te-laborationen kan av eleverna ha uppfattats som rolig, men samtidigt kanske eleverna i högstadiet har svårt att tänka sig att man gör något i skolan bara för att det är roligt. Därför kan de ha svårt att besvara frågan om man laborerar för att det är roligt och väljer det neutrala svarsalternativet i betydelsen ”jag vet inte”.

9.3 Elevernas uppfattningar om nyttan av laborationer och kemi

Ungefär 70 % av eleverna i undersökningsgruppen förväntade sig före kemikursen att de skulle ha nytta av kemikursen därhemma medan en något mindre andel av jämförelsegruppen (62 %) hade positiva förväntningar (tabell 7.6). Av jämförelsegruppens elever hade ungefär en tiondel negativa förväntningar gällande om nyttan.

Tabell 9.3. Elevernas uppfattningar efter kemikursen om nyttan av kemi och laborationerna.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag tror jag har nytta där hemma av det jag lär mig i kemi	sant+delv.sant	70	43
	delv.sant / delv.fel	25	32
	delv.fel+fel	5	24
Jag har nytta av det jag lär mig under laborationerna	sant+delv.sant	71	49
	delv.sant / delv.fel	29	36
	delv.fel+fel	0	16
Jag lär mig praktiska saker då vi laborerar	sant+delv.sant	76	55
	delv.sant / delv.fel	24	33
	delv.fel+fel	0	11

Resultaten i tabell 9.3 visar att undersökningsgruppens erfarenheter uppenbarligen överensstämde med deras förväntningar. Drygt 70 % av eleverna i

undersökningsgruppen uppfattade såväl innehållet i kemikursen som laborationerna som nyttiga och upplevde att de lär sig praktiska saker under laborationerna. Endast en av eleverna med positiva förväntningar uppgav efter kursen att han inte upplevt att kemin skulle vara till nytta för honom därhemma. Däremot svarade ingen av eleverna i denna grupp att de upplevt laborationerna som onyttiga eller att de inte skulle ha lärt sig praktiska saker under laborationerna.

I jämförelsegruppen uppgav mindre än 50 % (tabell 9.3) av eleverna efter kemikursen att de trodde sig ha nytta av det de lärt sig i kemi och av laborationerna och andelen elever som svarade att de inte trodde sig ha nytta av kemin eller laborationerna var 24 % respektive 16 %. Svarsfördelningen varierar dock mellan skolorna. I fråga om nyttan av kemin varierar andelen positiva svar i de enskilda skolorna mellan 29 % och 64 %, och i frågan om nyttan av laborationerna mellan 29 % och 75 %. I två skolor var andelen positiva svar på den senare frågan av samma storleksordning som de positiva svaren i undersökningsgruppen. I sju av jämförelseskolorna var andelen positiva svar 50 % eller mindre. På frågan ”Jag lär mig praktiska saker då vi laborerar” varierade andelen positiva svar i jämförelsegruppens skolor mellan 42 % och 71 %. De negativa svaren varierade mellan 6 % och 22 %. Resultaten tyder på att det finns stora variationer i kemiundervisningen mellan olika skolor och i laborationernas innehåll och uppbyggnad.

Elevernas intervjusvar efter kemikursen kan i viss mån belysa undersökningsgruppens svar. Flera elever lyfte fram innehållet i de laborationer som de genomfört som nyttigt, d.v.s. att laborationerna hade haft en koppling till deras vardagsvärld. En elev, som kommer från ett jordbrukarhem, upplevde den öppna laboration, där eleverna skulle undersöka hur kalkning av försurad mark påverkar fröns grobarhet, som nyttig genom att de hemma arbetade med odling. Andra elever lyfte fram nyttan med att känna till hur sura regn uppkommer och flera av eleverna tyckte att laborationen där de skulle separera saltet från sanden var direkt praktiskt nyttig för dem: ”så vet man hur man gör”. Den starka vardagsanknytningen i laborationerna var en faktor som gjorde att laborationerna kändes nyttiga. Samtidigt kan man notera att de laborationer som eleverna nämnde var någon av de öppna laborationerna.

Andelen elever i undersökningsgruppen som uppfattade kunskaper i kemi som viktiga ökade under den period kemikursen pågick från 81 till 90 procent (tabell 9.4). På individnivå var det en elev som uppvisade en negativ utveckling, medan tre av eleverna utvecklade mera positiva uppfattningar.

Tabell 9.4. Elevernas uppfattning före och efter kemikursen om vikten av att kunna kemi.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen		Jämförelsegruppen	
		Före %	Efter %	Före %	Efter %
Jag tycker det är viktigt att kunna kemi	sant+delv.sant	81	90	66	64
	delv.sant / delv.fel	19	10	30	27
	delv.fel+fel	0	0	4	9
Jag tycker det är viktigt att jag lär mig kemi	sant+delv.sant	67	70	59	53
	delv.sant / delv.fel	33	25	33	32
	delv.fel+fel	0	5	8	14

Beträffande vikten av att eleven själv kan kemi var uppfattningarna i stort sett oförändrade i undersökningsgruppen. Totalt sett var förändringarna i svarsfördelningarna relativt små på de båda frågorna även i jämförelsegruppen. I de enskilda skolorna skedde förskjutningar i vardera riktningen så att marginalfördelningarna är nästan oförändrade. Andelen positiva svar gällande vikten av att kunna kemi varierar mellan 57 % och 76 %. På frågan om vikten av att själv kunna kemi är variationen i andelen positiva svar större: 49 % till 87 %.

9.4 Elevernas uppfattningar om laborationerna och tänkandet

Av eleverna i undersökningsgruppen upplevde 90 % att laborationerna krävde att de tänker mycket (tabell 9.5) medan ingen elev svarade att man *inte* måste tänka mycket i samband med laborationerna. Drygt två tredjedelar av undersökningsgruppens elever uppgav att de vid laborationerna använde sig av det de lärt sig i teorin. Andelen elever som svarade att de använt vardagliga erfarenheter för att lösa uppgifter i laboratoriet var relativt liten och det fanns också en betydande andel elever som uppgav att de inte tänker på vardagen eller naturen i samband med problemlösningen.

Tabell 9.5. Elevernas uppfattningar om laborationer och tänkandet efter kemikursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Då man laborerar måste man tänka mycket	sant+delv.sant	90	75
	delv.sant / delv.fel	10	18
	delv.fel+fel	0	7
Då vi laborerar tänker jag på det vi lärt oss i teorin, för att lösa uppgiften	sant+delv.sant	71	50
	delv.sant / delv.fel	24	35
	delv.fel+fel	5	15
Då vi laborerar tänker jag på saker i vardagen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften	sant+delv.sant	38	31
	delv.sant / delv.fel	42	30
	delv.fel+fel	19	40
Då vi laborerar tänker jag på saker i naturen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften	sant+delv.sant	24	20
	delv.sant / delv.fel	43	33
	delv.fel+fel	33	47

Både i fråga om att tänka och att utnyttja det man lärt sig i teorin var andelen positiva svar större i undersökningsgruppen än i jämförelsegruppen. För frågorna som gällde användningen av erfarenheter från vardagen och naturen vid laborationerna var andelen positiva svar på samma nivå i båda grupperna, men andelen negativa svar var högre i jämförelsegruppen. Gällande dessa frågor fanns det skolvisa variationer. I fråga om tänkandet var den högsta andelen positiva svar bland jämförelseskolorna 84 %. Beträffande teorianvändningen uppvisade en skolklass en så hög andel som 81 % jämfört med 71 % i undersökningsgruppen. För alla de övriga var andelen 55 % eller mindre. Observeras kan att den höga andelen positiva svar på de båda frågorna kom från två olika jämförelseskolor. Den höga andelen positiva svar gällande tänkandet och användningen av teorin i samband med laborationerna var således speciellt utmärkande för undersökningsgruppen.

Beträffande användningen av erfarenheter från vardagen och naturen var undersökningsgruppen inte lika urskiljbar, då de skolvisa variationerna på dessa frågor var något större. De inspelade laborationsdiskussionerna visar dock att eleverna utnyttjade sina vardagserfarenheter, men också erfarenheter

från naturen i samband med problemlösningen vid de öppna laborationerna, även om de inte nödvändigtvis angett detta i enkäten.

Eleverna fick efter varje öppen laboration besvara några självutvärderingsfrågor (bilaga 7). I dessa fick de ta ställning till utsagor som gällde deras lärande av begrepp, laborationens praktiska genomförande och arbetet inom den egna gruppen och den egna insatsen. Svaren dels på de frågor som berörde elevernas uppfattningar om de lärt sig hur de skall genomföra laborationen ("Jag kan göra laborationen"), dels deras uppfattningar som berörde lärandet av begrepp som varit betydelsefulla för laborationen, finns sammanställda i tabell 9.6 och 9.7.

Tabell 9.6. Elevernas självutvärdering efter tre av de öppna laborationerna. Frågor som berörde laborationens genomförande.

Svarsalternativ	Jag kan göra (laboration 1, 3, 4) %
Jag kan lära andra hur man gör	30
Jag kan göra laborationen på egen hand	35
Jag tror att jag kan göra laborationen själv åtminstone delvis	18
Jag är inte säker på om jag kan göra denna laboration själv	7
Jag kan inte göra denna laboration själv	2
Inget svar *)	7

*) I denna kategori ingå även de elever som kryssat i två eller flera alternativ.

Enligt tabell 9.6 upplevde majoriteten av eleverna efter laborationerna att de lärt sig så att de kunde genomföra laborationen på egen hand eller t.o.m. lära andra hur man genomför laborationen. En liknande fördelning av elevernas svar finner man också på frågor som berörde lärandet av kemiska begrepp i anslutning till den aktuella laborationen. Man kan således konstatera att majoriteten av eleverna upplevde att de lärt sig så att de förstått såväl begrepp som genomförandet av laborationen. Vid två av de öppna laborationerna kom eleverna i kontakt med begreppen "variabel" och "konstant". Vid den

första av dessa (Kalkning av försurad mark) presenterade deras lärare Maja vad begreppen innebar innan eleverna började planera sin undersökning. Vid denna laboration behövde de bestämma vilken variabel de skulle undersöka och vilka faktorer som skulle hållas konstanta i undersökningen. Vid den andra laborationen (Bästa teet) repeterade Maja de båda begreppen med klassen innan de började planera sin undersökning. I tabell 9.7 kan man se att det skett en klar utveckling av elevernas förståelse från den första av dessa laborationer till den andra. Efter laborationen "Bästa teet" bedömde hälften av eleverna att de förstod vad en variabel och en konstant innebär så bra, att de kunde förklara begreppen för andra och en fjärdedel av eleverna uppgav att de förstod begreppen.

Tabell 9.7. Elevernas självvärdering efter de öppna laborationerna. Frågor som berörde begrepp.

Svarsalternativ	Kemiska begrepp	Variabel och konstant (laboration 2)	Variabel och konstant (laboration 4)
	%	%	%
Jag kan förklara för andra vad begreppet betyder	35	7	53
Jag förstår själv vad det betyder	31	17	25
Jag tror att jag vet vad det innebär	21	36	13
Jag är inte säker på om jag förstår begreppet	8	19	10
Jag förstår inte alls	0	17	0
Inget svar *)	4	5	0

*) I denna kategori ingå även de elever som kryssat i två eller flera alternativ.

9.5 Elevernas attityder till laborationer

Elevernas attityder till experiment var mycket positiva i vardera gruppen då de inledde sin första kemikurs. I undersökningsgruppen uppgav alla elever, förutom en som svarade neutralt, att de tycker om att göra experiment (tabell 9.8). I jämförelsegruppen var motsvarande andel 80 %. I denna grupp fanns en liten andel elever (3 %) som uppgav att de inte gillade att göra experiment.

Attityderna till laborationer var i stort sett desamma efter kursen. Då eleverna i undersökningsgruppen i intervjun efter kursen tillfrågades om vad de upplevt som mest positivt i kemikursen uppgav alla elever laborationerna. Deras motiveringar var att laborationerna var intressanta och roliga, det var spännande att se resultatet och det var roligt då man fick tänka själv. Den sista kommentaren sammankopplar jag med elevernas erfarenheter av de öppna laborationerna, där kraven på elevernas eget tänkande var uppenbart, något som uppenbarligen upplevdes positivt av ett flertal elever.

Tabell 9.8. Elevernas attityder till experiment och laborationer före och efter kemikursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen		Jämförelsegruppen	
		Före %	Efter %	Före %	Efter %
Jag tycker om att göra experiment (laborera)	sant+delv.sant	95	95	80	81
	delv.sant / delv.fel	5	0	16	14
	delv.fel+fel	0	5	3	5
Jag ser helst på då någon annan gör experiment	sant+delv.sant	5	5	29	19
	delv.sant / delv.fel	24	19	33	24
	delv.fel+fel	71	76	38	57

Den största delen av undersökningsgruppens elever föredrog uppenbarligen att göra experiment själva, i stället för att se på då någon annan gör ett experiment, såväl före som efter kemikursen. I jämförelsegruppen hade andelen elever som svarade att de helst ser på då någon annan gör experiment minskat och andelen som besvarade denna fråga nekande, d.v.s. uppenbarligen hellre gjorde experimenten själva, ökat. Detta stärker min tidigare tolkning att dessa elever före kemikursen inte hade någon större erfarenhet av att göra experiment själva och därför föredrog att se på då någon annan gjorde experiment (se kap. 7.5). Efter att ha fått egna erfarenheter var dock en större andel positiva till att själva genomföra experiment.

9.6 Elevernas uppfattningar om öppna laborationer och deras attityder till dem

Majoriteten av eleverna i undersökningsgruppen utvecklade positiva attityder till de öppna laborationerna och de lyfte i intervjun efter kursen fram dessa laborationer som någonting speciellt positivt i kemikursen. De adjektiv eleverna använde för att beskriva hur de upplevt arbetet med de öppna laborationerna var *svårt, intressant, bra, roligt*. Adjektivet ”svårt” användes i positiv bemärkelse. En elev tyckte att de öppna laborationerna var ”svåra, man måste pröva sig fram, men det var samtidigt roligt”. En annan beskrev dem så, att ”de var svåra och man började fundera men sedan kom man på hur man skulle göra”. Det intressanta med de öppna laborationerna var, enligt en av eleverna, att ”man från början inte visste vad det hela skulle bli”.

Utmaningarna i de öppna laborationerna innebar enligt eleverna att de ”fick tänka själva”, ”började fundera” och ”fick prova sig fram”. Många av eleverna lyfte fram detta att de måste tänka själva som någonting positivt. Eleverna använde själva termerna ”tänka” eller ”tänkandet” då de beskrev arbetet med de öppna laborationerna. En elev upplevde de öppna laborationerna som ”tuffa” men i positiv bemärkelse. I de öppna laborationerna som eleverna arbetade med slutförde alla grupper sina undersökningar.

Vid en öppen laboration är vägen till svaret och även själva svaret okänt. Detta medför att olika elevgrupper kan välja olika metoder för att hitta ett svar, vilket i sin tur innebär att en grupp inte nödvändigtvis använder den ”bästa” metoden eller att de ens kommer fram till ”rätt svar”. Ett par av eleverna har dock lyft fram detta som någonting positivt. Jag tolkar dem så att de upplevt att då man själva funderat på ett problem och löst det på sitt sätt, har man samtidigt lättare att ta till sig andra sätt att lösa problemet på, och att se hur man kunde ha gjort på ett annat sätt, för att kanske komma fram till ett bättre resultat. En elev uttryckte sig så här i intervjun: ”...sen då man hade lagat och kanske gjort något fel så minns man hur man skulle ha gjort”.

De öppna laborationerna, så som de användes i denna kemikurs, gav eleverna möjlighet att lära sig av de andra i sin egen grupp, men också av de andra grupperna. Genom att läraren lät grupperna presentera sina resultat för

klassen kunde eleverna ta del av och diskutera de olika resultaten. I en av de öppna laborationerna, där flera grupper hade svårigheter med sin planering, avbröt läraren vid ett tillfälle planeringen. Grupperna fick då berätta för resten av klassen hur de planerat. På detta sätt uppmuntrade läraren eleverna till att lära av varandra, i stället för att tävla och konkurrera med varandra. En av eleverna lyfte fram denna dimension av de öppna laborationerna som positiv, d.v.s. möjligheten att lära sig av vad de andra gjort och uttryckte det så här: "...allihopa kom ju på olika saker så fick man ju höra på de där andra då vad de hade kommit på". Att lösa problem i grupp nämndes även av en elev som någonting positivt med de öppna laborationerna.

En väsentlig del av den öppna laborationen utgörs av elevernas egen planering. Några elever har i intervjun lyft fram speciellt planeringsdelen som ett positivt moment. Elever har även uppskattat att det reserverades tid för planeringen. Genom att grupperna var tvungna att invänta varandra innan de började arbeta praktiskt, gav läraren grupperna arbetsro för planeringen. Planeringen blev en positiv fas och inte ett moment som man hastigt måste skynda igenom för att få börja arbeta praktiskt. Eleverna blev bättre på att planera i lugn och ro under kursens gång, då de vände sig vid en arbetsgång där deras egen planering alltid föregick det praktiska.

Några elever lyfte fram skillnaden mellan de öppna laborationerna och traditionella laborationer. Beskrivningar av lärandet vid de öppna laborationerna var t.ex. att "man lär sig bättre" eller att "man minns bättre" och att "man lär sig på ett roligare sätt". En elev beskrev en traditionell laboration så, att man läser en instruktion, utför det som skall göras och sedan glömmar man. Alternativt kan det vara så att läraren berättar vad man skall göra och sedan följer man lärarens instruktioner. En av eleverna tyckte inte att man lär sig bättre med den ena eller andra typen av laboration, utan att man lär sig på olika sätt. I en öppen laboration lär man sig, enligt henne, genom att göra själv och i en traditionell laboration genom att lyssna.

Alla elever var inte helt positiva till de öppna laborationerna. Två av eleverna i undersökningsgruppen uppgav att de öppna laborationerna gjorde dem osäkra. Medan vissa elever upplevde felen som ett sätt att lära sig upplevde dessa två elever att de öppna laborationerna gjorde dem osäkra och rädda för

att göra fel. Den ena av dessa ansåg att en traditionell laboration känns lättare eftersom läraren då säger vad man skall göra.

Två enkätfrågor efter kemikursen berörde öppna laborationer. Den ena frågan gällde elevernas attityder till laborationer där de själva måste planera och den andra laborationen där man måste tänka. På basis av mina resultat från lärarenkäten (kap. 8) har jag dragit slutsatsen att eleverna i jämförelsegruppen åtminstone inte i någon större utsträckning arbetade med öppna laborationer där de var tvungna att själva planera hur de skall göra. Därför presenterar jag inte deras enkätsvar på dessa frågor emedan de är svårtolkade och eleverna egentligen inte hade förutsättningar att besvara dessa frågor.

Tabell 9.9. Elevernas attityder till laborationer som kräver planering och tänkande.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %
Jag gillar laborationer där vi skall planera hur vi skall göra	sant+delv.sant	67
	delv.sant / delv.fel	24
	delv.fel+fel	10
Jag gillar laborationer där man måste tänka	sant+delv.sant	57
	delv.sant / delv.fel	29
	delv.fel+fel	15

I enkäten uppgav två tredjedelar av undersökningsgruppens elever att de tycker om laborationer där de själva skall planera och endast två svarade nekande på denna fråga (tabell 9.9). Av dessa två var den ena en av de elever som i intervjun svarade att de öppna laborationerna gjorde honom osäker. Samma elev uttryckte även att han inte gillade laborationer där man måste tänka. Ytterligare två elever uppgav i enkäten att de inte gillade laborationer där man måste tänka. Deras enkätsvar stämmer dock inte helt med deras intervjusvar. Båda uttryckte sig positivt om de öppna laborationerna och tyckte att de var ”intressanta” och att ”det kändes bra då man kunde tänka ut själv hur man skulle göra”. I bådas intervjusvar finner man dock antydningar om att kravet på tänkande inte alltid känns enbart positivt. På en fråga om det är roligt då man får tänka svarade den ena ”ibland”, men att det är jobbigt då något som man inte alls kan är riktigt svårt. Den andra av dessa två elever uppgav att de öppna laborationerna ”kan bli lite svårare då man inte riktigt

vet vad man skall göra”. Detta kan ha bidragit till att hon inte alltid upplevde de öppna laborationerna som enbart positiva, vilket är en förklaring till hennes negativa enkätsvar. Drygt hälften av eleverna svarade i alla fall att de gillar laborationer där man måste tänka, och utgående från intervju svaren har jag kunnat se att två av eleverna med negativa svar på enkätfrågan gav uttryck för positiva attityder till de öppna laborationerna i intervjun.

9.7 Elevernas intresse för kemi efter kemikursen

Den största delen av eleverna i denna undersökning hade positiva förväntningar på kemi då de inledde sin första kemikurs. Alla elever i undersökningsgruppen uppgav att de såg fram emot att få ha kemi (tabell 7.9) och i jämförelsegruppen hade 78 % av eleverna positiva förhandsattityder. Elevernas intresse för kemi utvecklades dock mycket olika. Av undersökningsgruppens elever uppgav 86 % efter kemikursen att de tyckte att kemi är ett intressant ämne medan endast 54 % av eleverna i jämförelsegruppen valde ett positivt svarsalternativ (tabell 9.10). Även andelen negativa svar var större i denna grupp. I två klasser i jämförelsegruppen svarade 81 % respektive 86 % av eleverna att kemi är ett intressant ämne, medan de övriga skolorna fanns på en markant lägre nivå, eller mellan 38 % och 69 %.

Svarsfördelningen på frågan om kemin motsvarat förväntningarna var lika i de båda grupperna. Hälften av eleverna uppgav att kemi motsvarat deras förväntningar och en tiondel svarade att ämnet inte svarat mot deras förväntningar. Eftersom denna fråga kan besvaras negativt såväl i det fall kemin överträffat förväntningarna som i det fall kemin varit mindre intressant än eleven väntat sig, innehöll enkäten även en fråga om kemin varit intressantare än väntat. Andelen positiva svar på denna fråga var anmärkningsvärt stor i undersökningsgruppen, 71 % av eleverna uppgav att kemi t.o.m. varit intressantare än de väntat sig. Det fanns en betydande skillnad i svarsfördelningen mellan undersökningsgruppen och jämförelsegruppen på denna fråga. Endast 45 % av jämförelsegruppens elever uppgav att kemi varit intressantare än väntat och hela 29 % svarade negativt på denna fråga. Även svarsfördelningen på frågan ”Jag ser fram emot kemitimmarna” visar på anmärkningsvärda skillnader mellan grupperna. Medan 65 % av eleverna i undersök-

ningsgruppen svarade positivt på denna fråga valde endast 36 % av jämförelsegruppens elever ett positivt svarsalternativ och 31 % av dem svarade negativt. I den ena av de ovan nämnda positiva klasserna uppgav 71 % av eleverna att de såg fram emot kemitimmarna och 64 % tyckte att kemi hade varit intressantare än de förväntat sig. Detta var i nivå med undersökningsgruppen och markant högre andelar än i de övriga jämförelseskolorna, där andelen positiva svar var 14 % – 44 % respektive 29 % – 51 %. De skolor där andelen positiva svar var hög var inte de samma som de skolor där en stor andel av eleverna uppgett att de måste tänka mycket i samband med laborationerna, eller att de använder teorin vid laborerandet (jfr avsnitt 9.4).

Tabell 9.10. Elevernas intresse för kemi efter kemikursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag tycker att kemi är ett intressant ämne	sant+delv.sant	86	54
	delv.sant / delv.fel	0	27
	delv.fel+fel	14	19
Kemi har motsvarat mina förväntningar	sant+delv.sant	52	51
	delv.sant / delv.fel	38	38
	delv.fel+fel	10	11
Kemi har varit intressantare än jag väntat mig	sant+delv.sant	71	45
	delv.sant / delv.fel	24	26
	delv.fel+fel	5	29
Jag ser fram emot kemitimmarna	sant+delv.sant	65	36
	delv.sant / delv.fel	30	33
	delv.fel+fel	5	31

Resultaten visar att det fanns skillnader mellan eleverna i de olika skolorna. Utöver undersökningsgruppen fanns det en jämförelseklass där ett jämförbart positivt intresse utvecklades. I de övriga jämförelseskolorna var intresset avgjort svalare. För eleverna i undersökningsgruppen gällde att de kände sin kemilärare från tidigare, genom att hon varit deras fysiklärare tidigare under läsåret. Detta kan ha bidragit till deras positiva förhandsattityder. Eftersom kursen ändå överträffade förväntningarna för en stor del av eleverna måste den ha innehållit sådant som gjorde den speciellt intressant. Då jag studerat elevernas intervjusvar har jag kunnat notera en koppling till de öppna laborationerna. En elevkommentar i intervjun efter kursen var följande: ”roligt då man fick göra själv, annorlunda än i fysik, jag tycker inte om

matte, man måste tänka på ett annat sätt”. Denna elev lyfte fram två saker. För det första kopplade hon uppenbarligen ihop fysik med matematik, och eftersom hon inte gillade matematik påverkade detta samtidigt hennes attityder till fysik. För det andra lyfte hon fram att de i kemi ”fick göra själva” och att ”man måste tänka på ett annat sätt”. Dessa kommentarer ser jag som indikationer på att de öppna laborationerna, för hennes del, bidragit till att kemikursen var rolig.

Efter kemikursen tillfrågades de 21 eleverna i undersökningsgruppen om det var någon speciell laboration de kom ihåg från kursen. Sjutton elever lyfte fram någon av de öppna laborationerna. Av dessa sjutton nämnde sex stycken också någon traditionell laboration som de speciellt kom ihåg. Tre av eleverna i klassen gav enbart någon traditionell laboration som exempel, medan en elev inte kom ihåg någon speciell laboration överhuvudtaget. De öppna laborationerna gav merparten av eleverna upplevelser som gjorde att de kom ihåg någon av dem. Elevernas motiveringar till att de nämnt just den laboration de gjort har jag delat in i sex olika kategorier:

1. Utmaning. Eleverna upplevde laborationen som en utmaning som gjorde att man måste tänka mycket. Det blev en positiv upplevelse då man klarade av utmaningen.
2. Självständighet. Eleverna upplevde självständigheten i den öppna laborationen positivt.
3. Nytt. Eleverna upplevde att de lärt sig sådant i samband med de öppna laborationerna som de har praktisk nytta av utanför skolan.
4. ”Aha-upplevelse”. Eleverna upplevde att den öppna laborationen gav dem någon form av ”aha-upplevelse” som påverkade deras förståelse.
5. Upplevelse. Eleverna upplevde det positivt att de fick använda sina sinnen såsom att smaka, lukta, känna eller iaktta färger och färgförändringar. Användningen av gasbrännare lyftes fram som något positivt. Denna typ av upplevelse var inte specifikt kopplad till öppna laborationer, utan kunde även vara sammankopplas med en traditionell laboration.
6. Rationella orsaker. Den laboration som klassen gjorde sist (en elev).

De elever som nämnde att de speciellt kom ihåg någon av de traditionella laborationerna motiverade detta med upplevelsemässiga uppfattningar såsom att laborationen varit speciell för att det ingick mycket färger i den eller för att det var roligt att se vad som hände.

9.8 Elevernas självuppfattning efter kemikursen

9.8.1 Elevernas sociala självuppfattning

Elevernas enkätsvar med anknytning till deras sociala självuppfattning före kemikursen visar att en klar majoritet av eleverna i vardera gruppen upplevde att de hade lätt för att komma överens med andra, och även att majoriteten av eleverna ansåg att de vågade göra som de själva vill i den egna klassen (tabell 9.11). Utvecklingen i undersökningsgruppen var positiv. Andelen elever som efter perioden svarade att de har lätt för att komma överens steg från 76 % till 85 % och ingen elev valde ett negativt svarsalternativ på frågan. Den elev som före kursen svarat negativt valde efter kursen ett positivt svarsalternativ. Även på frågan ”Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass” skedde det en liten förskjutning i svarsfördelningen i positiv riktning. Under de öppna laborationerna löste eleverna gemensamt problem i grupp och kommunicerade aktivt med varandra. Laborationerna utgjorde tillfällen då elevernas förmåga att komma överens med sina klasskamrater utmanades. För en elev som upplevde samarbetet i den egna gruppen som något positivt kan detta ha inverkat positivt på hennes uppfattning om sin egen förmåga att komma överens med andra. I jämförelsegruppen var elevernas uppfattningar om sin förmåga att komma överens relativt stabil. Andelen elever som efter kemikursen svarade att de vågar göra som de själva vill i sin klass hade ökat, medan andelen som svarade att de inte vågar göra som de själva vill samtidigt hade minskat.

Svarsfördelningen på frågan ”Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig” hade förändrats i såväl undersöknings- som jämförelsegruppen under perioden. I undersökningsgruppen var andelen neutrala svar före kemikursen hög. Andelen neutrala svar minskade under perioden medan såväl andelen positiva som andelen negativa svar i stället ökade. Dessa

förändringar är svåra att tolka och förklara. I jämförelsegruppen hade andelen elever som uppgav att de inte bryr sig om vad klasskamraterna tänker om dem minskat anmärkningsvärt och andelen som uppgav att de bryr sig om ökat i motsvarande utsträckning. Förändringarna i jämförelsegruppen kan eventuellt kopplas till att eleverna vid det senare tillfället kände varandra bättre och därför också brydde sig mera om vad kamraterna tänkte om dem.

Tabell 9.11. Elevernas sociala självuppfattning före och efter kursen.

Fråga		Undersökningsgruppen		Jämförelsegruppen	
		Före %	Efter %	Före %	Efter %
Jag har lätt för att komma överens	sant+delv.sant	76	85	86	87
	delv.sant / delv.fel	19	15	13	11
	delv.fel+fel	5	0	1	2
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	sant+delv.sant	15	14	15	8
	delv.sant / delv.fel	25	19	24	19
	delv.fel+fel	60	67	61	72
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	sant+delv.sant	29	35	55	35
	delv.sant / delv.fel	52	25	32	33
	delv.fel+fel	19	40	13	32
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	sant+delv.sant	33	45	37	47
	delv.sant / delv.fel	38	40	35	34
	delv.fel+fel	29	14	28	18

I vardera gruppen ökade andelen elever som uppgav att de arbetar bäst om de får arbeta för sig själva medan andelen elever som besvarade denna fråga negativt minskade. En möjlig tolkning gällande undersökningsgruppen är att en del av eleverna, efter arbetet i grupper under laborationerna, sett nackdelar som gjort att de ändå upplevt att de kan arbeta bäst för sig själva. Grupper som inte fungerade bra kan ha påverkat eleverna i deras uppfattningar. Ett intervju svar kan belysa detta: "...vissa är kanske mera så att de sitter och talar inte om det man ska göra och det kan vara lite störande då man ska tänka på det där och så sitter vissa och talar om något helt annat". Utgående från resultaten ovan är det svårt att dra några direkta slutsatser om hur arbetet med de öppna laborationerna påverkat elevernas sociala självuppfattning och

om det alls haft någon inverkan. Resultaten visar i alla fall att elevernas sociala självuppfattning inte utvecklades i direkt negativ riktning.

9.8.2 Elevernas fysiska självuppfattning

Den största delen (81 %) av eleverna i undersökningsgruppen hade positiva uppfattningar om sin förmåga att arbeta med händerna före kemikursen (tabell 9.12). Utvecklingen var positiv så att motsvarande andel efter perioden var 90 % i gruppen. Även i jämförelsegruppen kan man se en positiv utvecklingstrend. Det är omöjligt att dra några direkta slutsatser i fråga om elevernas erfarenheter av praktiskt arbete vid laborationerna och ett eventuellt samband med elevernas fysiska självuppfattning. Det finns många andra faktorer som kan ha påverkat deras självuppfattning, såsom exempelvis deras erfarenheter från slöjdundervisningen eller från andra praktiska ämnen. Resultaten visar i alla fall att det laborativa arbetet för de flesta av eleverna inte påverkade deras uppfattning om sin förmåga att arbeta med händerna i negativ riktning.

Tabell 9.12. Elevernas fysiska självuppfattning före och efter kursen.

Fråga		Undersökningsgruppen		Jämförelsegruppen	
		Före %	Efter %	Före %	Efter %
Jag är bra på att jobba med händerna	sant+delv.sant	81	90	64	68
	delv.sant / delv.fel	14	5	29	28
	delv.fel+fel	5	5	7	4

9.8.3 Elevernas akademiska självuppfattning

Elevernas uppfattning om sin egen förmåga i skolan, deras akademiska självuppfattning, utvecklades under perioden i positiv riktning i undersökningsgruppen (tabell 9.13). Andelen elever som svarade att de är bra på de flesta ämnen i skolan ökade från 57 % till 71 %, och andelen som upplevde att de har lätt för att lära sig ökade från 40 % till 86 %, samtidigt som andelen elever med en negativ uppfattning minskade markant. Endast på frågan om eleverna tycker att de lär sig mycket i skolan skedde en liten negativ utveck-

ling. Resultaten tyder även på att flera elever utvecklades i mer självständig riktning i förhållande till lärare. Andelen elever som uppgav att de inte blir osäkra, även om läraren inte säger vad de skall göra, ökade från 5 % till 29 %. Andelen elever som svarade att de gillar uppgifter där man måste tänka var liten såväl före som efter kursen, men en positiv trend kan i alla fall skönjas.

Tabell 9.13. Elevernas akademiska självuppfattning före och efter kursen.

Fråga		Undersökningsgruppen		Jämförelsegruppen	
		Före %	Efter %	Före %	Efter %
Jag är bra på de flesta ämnen i skolan	sant+delv.sant	57	71	54	55
	delv.sant / delv.fel	24	24	38	30
	delv.fel+fel	19	5	8	16
Jag har lätt för att lära mig	sant+delv.sant	40	86	66	60
	delv.sant / delv.fel	40	14	28	32
	delv.fel+fel	20	0	7	8
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	sant+delv.sant	47	43	55	47
	delv.sant / delv.fel	47	29	20	27
	delv.fel+fel	5	29	15	26
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	sant+delv.sant	19	29	32	26
	delv.sant / delv.fel	43	38	33	36
	delv.fel+fel	38	33	35	39

Uppfattningarna i jämförelsegruppen var mera stabila, men de förändringar som skedde gick snarast i negativ riktning. Exempelvis minskade andelen elever som tyckte att de lär sig mycket i skolan från 82 % till 76 %, medan andelen elever som inte tyckte att de är bra på de flesta ämnen ökade från 8 % till 16 % och andelen elever som tyckte att de har lätt för att lära sig minskade från 65 % till 60 %. Endast i fråga om självständighet i förhållande till läraren kan man se en positiv trend bland jämförelsegruppens elever.

9.8.4 Elevernas självuppfattning i kemi

Kemikursen i årskurs 7 var elevernas första egentliga erfarenhet av undervisning i kemi. En stor andel av eleverna hade därför vaga uppfattningar om hur de skulle klara sig i kemi före kursen (tabell 7.6). Ungefär hälften av eleverna

i såväl undersökningsgruppen som jämförelsegruppen valde före kemikursen det neutrala svarsalternativet på frågan om de trodde att de skulle ha lätt för kemi. Den andra halvan av undersökningsgruppen hade positiva förväntningar på sin egen förmåga medan en tiondel av jämförelsegruppens elever hade negativa förväntningar.

Tabell 9.14. Elevernas självuppfattning i kemi efter kemikursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag tycker att jag är bra i kemi	sant+delv.sant	76	41
	delv.sant / delv.fel	14	37
	delv.fel+fel	10	22
Jag har svårt att förstå det vi tagit upp på kemitimmarna	sant+delv.sant	15	17
	delv.sant / delv.fel	15	31
	delv.fel+fel	70	52
Jag förstår det mesta av det vi tagit upp i kemin	sant+delv.sant	81	64
	delv.sant / delv.fel	14	23
	delv.fel+fel	5	13
Jag har lärt mig mycket under kemitimmarna	sant+delv.sant	100	66
	delv.sant / delv.fel	0	26
	delv.fel+fel	0	9

Av eleverna i undersökningsgruppen utvecklade majoriteten en positiv självuppfattning i kemi. Av denna grupp uppgav 76 % att de tyckte att de var bra i kemi, 70 % ansåg inte att de har svårt att förstå det som tas upp på kemitimmarna och 81 % svarade att de förstår det mesta (tabell 9.14). Alla elever ansåg att de lärt sig mycket under kemitimmarna.

Resultaten i jämförelsegruppen var inte lika positiva. Endast 41 % ansåg att de är bra i kemi medan 22 % inte tyckte att de är bra. Hälften av eleverna uppgav att de har svårt att förstå det som tas upp på kemitimmarna medan 64 % svarade att de förstår det mesta. Av eleverna i jämförelsegruppen var det även en avsevärt mindre andel som upplevde att de lärt sig mycket under kemitimmarna i jämförelse med undersökningsgruppen. Inte heller då man studerar resultaten skolvis finner man någon skola där andelen elever som svarat att de tycker att de är bra i kemi är lika stor som i undersökningsgruppen.

Tabell 9.15. Sambandet mellan elevernas uppfattning om sin egen förståelse och deras självuppfattning i kemi.

		Jag tycker att jag är bra i kemi			
		Positiv	Neutral	Negativ	Tot. ant. elever
Jag förstår det mesta av det vi tagit upp i kemi	Positiv	58 %	35 %	8 %	245
	Neutral	17 %	44 %	39 %	87
	Negativ	9 %	24 %	67 %	45
Totalt antal *)		160	134	83	377

*) I tabellen ingår både undersöknings- och jämförelsegruppen.

För att undersöka sambandet mellan elevernas förståelse i kemi samt förståelse i samband med laborationerna och deras uppfattning om sin förmåga i kemi har jag korstabulerat de båda frågorna som berörde förståelse med frågan som berörde elevernas självuppfattning i kemi. Jag har sammanfört eleverna i båda grupperna (undersökningsgruppen och jämförelsegruppen) i en grupp. Resultaten finns sammanställda i tabell 9.15 och 9.16.

Tabell 9.16. Sambandet mellan elevernas uppfattning om sin egen förståelse då de laborerar och deras självuppfattning i kemi.

		Jag tycker att jag är bra i kemi			
		Positiv	Neutral	Negativ	Tot. ant. elever
Jag förstår vad jag gör då jag laborerar	Positiv	54 %	32 %	14 %	266
	Neutral	17 %	45 %	38 %	95
	Negativ	17 %	28 %	56 %	18
Totalt antal *)		163	134	82	379

*) I tabellen ingår både undersöknings- och jämförelsegruppen.

Enligt tabell 9.15 finns det ett samband mellan elevernas upplevelse av förståelse och deras självuppfattning i kemi. Elever som inte förstått kemi tycker inte heller att de är bra i kemi. Elevernas uppfattningar om sin förmåga och sin förståelse i kemi kan naturligtvis inte enbart kopplas till laborationerna utan beror även av andra moment i kemiundervisningen. Studerar man elevernas uppfattningar som berör den egna förståelsen och lärandet i samband med laborationerna (tabell 9.17) kan man dock se att det finns anmärkningsvärda skillnader mellan de båda grupperna och att en större andel av undersökningsgruppen utvecklade positiva uppfattningar. Medan

90 % av eleverna i undersökningsgruppen svarade att de förstår vad de gör då de laborerar, uppgav 69 % av jämförelsegruppen att de förstår. Medan 95 % av undersökningsgruppens elever upplevde att de lär sig mycket då de laborerar svarade endast 61 % av jämförelsegruppen att de lär sig mycket, och 10 % av denna grupp valde det negativa svarsalternativet, medan ingen i undersökningsgruppen valde detta alternativ. Gällande förståelsen vid laborationerna är de skolvisa skillnaderna i jämförelsegruppen förhållandevis små och den högsta andelen positiva svar är 79 %. Beträffande det egna lärandet i samband med laborationerna är skillnaderna större. En klass nådde upp till 86 % medan andelen positiva svar i de andra skolorna varierade mellan 38 % och 69 %.

Tidigare i detta kapitel konstaterades att största delen (90 %) av undersökningsgruppens elever tyckte att de måste tänka mycket i samband med laborationerna (tabell 7.4). Då eleverna i de öppna laborationerna själva skulle tänka ut och planera laborationen kan detta samtidigt ha lett till en större förståelse och en känsla av att de lärde sig.

Tabell 9.17. Elevernas uppfattningar om sitt lärande vid laborationerna.

Fråga		Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Jag förstår vad jag gör då jag laborerar	sant+delv.sant	90	69
	delv.sant / delv.fel	5	27
	delv.fel+fel	5	5
Jag tycker att jag lär mig mycket då vi laborerar	sant+delv.sant	95	61
	delv.sant / delv.fel	5	29
	delv.fel+fel	0	10

Tabell 9.16 bekräftar att elevernas förståelse av laborationerna även har ett samband med deras uppfattning om sin förmåga i kemi. Elever som inte förstod vad de gjorde då de laborerade tyckte inte heller att de är bra i kemi. Däremot fanns det en grupp elever som uppgav att de förstod laborationerna men ändå inte tyckte att de var bra i kemi. För dessa elever kan det ha varit andra moment i kemikursen som innebar att de inte förstod och detta bidrog till en negativ självuppfattning i kemi.

9.8.5 Elevernas självuppfattning i kemi jämfört med matematik och biologi

Då jag jämfört elevernas självuppfattning i kemi efter kemikursen (tabell 9.14) med deras självuppfattning i matematik och biologi före kursen (tabell 7.4) har jag kunnat konstatera, att andelen elever i undersökningsgruppen som utvecklade en positiv självuppfattning i kemi var betydligt större än andelen elever med en positiv självuppfattning i matematik. Det var även en något större andel av eleverna som utvecklade en positiv självuppfattning i kemi än elever med en positiv självuppfattning i biologi. I jämförelsegruppen var situationen den omvända, d.v.s. andelen elever med en positiv självuppfattning i kemi var betydligt lägre än andelen elever med en positiv självuppfattning i biologi, men även märkbart lägre än andelen elever med en positiv självuppfattning i matematik. Mot bakgrunden av tidigare resultat i denna undersökning, där det framkommit att eleverna upplevde de öppna laborationerna som krävande för deras eget tänkande, är resultatet betydelsefullt. Trots att de öppna laborationerna innebar utmaningar för elevernas tänkande utvecklade således en stor andel av eleverna en positiv självuppfattning i kemi.

9.9 De öppna laborationerna och den enskilda eleven – några typfall

Bland eleverna i undersökningen fanns det några som inte upplevde de öppna laborationerna som lämpliga för dem (avsnitt 9.6). Även en del av de lärare som besvarade lärarenkäten ansåg att öppna laborationer är för svåra för vissa elever (avsnitt 8.2.3). Mot denna bakgrund har jag valt att fördjupa mig i några typfall bland eleverna för att närmare studera några faktorer som kan påverka elevernas attityder till kemi och laborationer samt deras självuppfattning framför allt i kemi.

Tre olika faktorer har studerats. För det första elevernas prestationsnivå, d.v.s. om de öppna laborationerna lämpar sig enbart för elever med goda skolprestationer medan svagpresterande elever upplever tillkortakommanden som påverkar deras uppfattningar och attityder negativt. För det andra har jag valt

att studera de utvalda eleverna ur ett självuppfattningsperspektiv. Är det elever med stark tro på sig själva som vågar engagera sig i den problemlösning de öppna laborationerna innebär? För det tredje har jag valt att studera eleverna ur ett socialt perspektiv. Hur fungerar en enskild elev i sin grupp, vilken social självuppfattning har eleven, hur upplever han eller hon arbetet i gruppen och det egna lärandet?

Fyra elever ur undersökningsgruppen har valts ut och beskrivs i det följande närmare utgående från den information om eleverna som fanns tillgänglig. De källor som använts i denna analys är följande:

1. elevernas betyg: kursvitsord⁶ under deras tid i högstadiet
2. elevenkäter före och efter kursen
3. sociogram (gjort före kemikursen på basis av elevernas egna preferenser)
4. självutvärdering efter de öppna laborationerna
5. gruppernas diskussioner vid de öppna laborationerna
6. intervju med de enskilda eleverna.

Elevernas namn i denna redovisning är inte deras riktiga namn.

9.9.1 Sven – en elev med svaga skolprestationer

Sven var en elev som hade relativt svårt för sig i skolan. Hans medeltal i alla hans avlagda kurser i högstadiet var 6,4 (5,9 i de teoretiska ämnena) och hans vitsord i kemi efter kemikursen var 6⁷. Sven valde i enkäten före kemikursen det neutrala alternativet (delvis sant/delvis fel) på de frågor som berörde hans trivsel i skolan och i klassen. Svens självuppfattning (tabell 9.18) före kursen var relativt svag, vilket säkert kan sammankopplas med hans skolframgång. Han uppgav t.ex. att han inte har lätt för att lära sig, däremot upplevde han att han lär sig mycket i skolan.

⁶ Läsåret i undersökningsskolan var uppdelad i sex perioder. Eleverna fick efter varje avslutad period ett s.k. periodbetyg där deras vitsord i de kurser som de genomgått under perioden framgick. Dessa vitsord benämns kursvitsord.

⁷ I Finland används inom den grundläggande utbildningen (tidigare grundskolan) en 7-gradig bedömningsskala, från det icke godkända vitsordet 4 till högsta vitsordet 10.

Tabell 9.18. Svens självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag är bra på de flesta ämnen	-1	0	+1
Jag har lätt för att lära mig	-1	+1	+2
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	+1	+2	+1
Jag är bra på att jobba med händerna	+1	+2	+1
Jag är bra på att planera	0	+1	+1
Jag är bra på att hitta på saker	0	+1	+1
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	0	+1	-1
Jag har lätt för att lära mig matematik	+1		
Jag är bra i biologi	0		
Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi	0		
Jag tycker att jag är bra i kemi		+1	
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	+1	+1	0

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

Enligt sociogrammet utgjorde Sven tillsammans med Krister och Sixten en grupp där alla tre gärna var tillsammans med varandra. Svens sociala självuppfattning var enligt enkäten svag (tabell 9.19). Sven ingick i tre inspelade gruppdiskussioner från de öppna laborationerna. I två av dessa grupper var han den verbalt minst aktiva gruppmedlemmen. Vid det tredje tillfället bildade Sven en grupp med Krister och Sixten, då han var aktivare än tidigare och stod för 31 % av replikerna i planeringsfasen.

Tabell 9.19. Svens sociala självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag har lätt för att komma överens med andra	0	0	0
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	-1	+1	-2
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	+1	+1	0
Jag låter gärna andra bestämma	+1	+2	x
Jag tycker om att vara den som bestämmer	0	+1	x
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	0	+1	x

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

x Förändringar på dessa frågor har jag varken bedömt som positiva eller negativa

För Sven var det uppenbarligen inte något problem att han inte deltog så aktivt i den verbala kommunikationen. I sin självutvärdering efter de öppna

laborationerna utvärderade han den egna gruppen mycket positivt. För det mesta utvärderade han även sin egen insats i de öppna laborationerna mycket positivt. Däremot utvärderade han mestadels sin egen begreppsliga förståelse efter de öppna laborationerna mitt på skalan ”jag tror att jag vet vad det innebär”.

Sven upplevde kemikursen som positiv och han utvecklade positiva attityder till ämnet. Svens trivsel i såväl klassen som i skolan förbättrades under perioden. Han hade positiva förväntningar men uppgav efter kursen att kemi t.o.m. var intressantare än han väntat sig. Sven besvarade enkätfrågan, om han tycker att han är bra i kemi, med alternativet ”delvis sant”, även om han samtidigt uppgav att han har svårt att förstå allt som tas upp. Han uppgav att han gillar laborationer där de själva skall planera och måste tänka och att han tyckte att han förstår vad han gör då han laborerar. I intervjun sade han att han tyckte att de öppna laborationerna var svåra i början, men att de var roliga därför att man ”fick prova laga något själv”, d.v.s. gruppernas självständighet bidrog till att de öppna laborationerna blev till någonting som han upplevde som positivt. Då man studerar Svens självuppfattning före och efter kemikursen (tabell 9.18) kan man konstatera att hans självuppfattning utvecklades i starkt positiv riktning under perioden.

Sven var en elev som inte hade så lätt för sig i skolan, om man ser till hans vitsord. Han bidrog inte särskilt aktivt verbalt i gruppdiskussionerna, men upplevde i alla fall grupperna positivt. För Sven fungerade kemikursen och de öppna laborationerna på ett positivt sätt; han utvecklade positiva attityder såväl till sig själv som till ämnet kemi. Utgående från detta drar jag slutsatsen att skolframgång inte är en nödvändig förutsättning för att man skall uppskatta de öppna laborationerna och uppleva dem som meningsfulla. En elev behöver inte heller själv vara speciellt aktiv verbalt i sin grupp för att uppleva arbetet meningsfullt och för att han skall uppleva sin egen insats i gruppen som positiv.

9.9.2 Johnny – en osäker elev med goda skolprestationer

Johnny var en elev som presterade bra i skolan. Hans medeltal i högstadiets kurser var 8,2 (8,5 i de teoretiska ämnena). I kemikursen erhöll han vitsordet

7. Johnny svarade före kemikursen neutralt på frågan om han trivs i skolan men på frågan om han trivs i klassen svarade han ”delvis sant”. Johnny hade en förhållandevis negativ självuppfattning (tabell 9.20) som inte stod i samklang med hans prestationer. I såväl matematik som biologi hade han goda kursvitsord men han ansåg trots detta att han inte var bra i biologi, och uppgav att han inte hade lätt för matematik.

Tabell 9.20. Johnnys självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag är bra på de flesta ämnen	0	+1	+1
Jag har lätt för att lära mig	0	0	0
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	+1	0	-1
Jag är bra på att jobba med händerna	-2	-2	0
Jag är bra på att planera	+1	+1	0
Jag är bra på att hitta på saker	-1	0	+1
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	+1	+2	-1
Jag har lätt för att lära mig matematik	-1		
Jag är bra i biologi	-2		
Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi	0		
Jag tycker att jag är bra i kemi		-2	
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	0	-1	-1

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

Johnny uppfattade själv att han hade lätt för att komma överens med andra (tabell 9.21) och uppgav i enkäten att han vågar göra som han själv vill i sin klass. Däremot svarade han att han gärna lät andra bestämma. Sociogrammet tyder på att Johnny inte var speciellt populär. Ingen av de andra i klassen har uppgett att de helst är tillsammans med honom. Johnny ingår i två av de inspelade planeringsdiskussionerna från de öppna laborationerna. I den första av dessa bestod gruppen av tre pojkar. Johnny var inte speciellt aktiv i diskussionen. Hans repliker uttrycker till stor del att han inte förstår eller vet vad gruppen skall göra. Ur diskussionerna framgår också att gruppen inte fungerade socialt på ett tillfredsställande sätt. Vid det andra tillfället, då Johnnys grupp fanns inspelad, bestod gruppen av två pojkar och två flickor. Johnny var i denna grupp aktivare än vid den föregående laborationen, men hans repliker bestod i allmänhet av att han bekräftade sådant som någon annan i gruppen sagt och han tog inte egna initiativ för att föra arbetet framåt.

I självutvärderingen utvärderade Johnny sig själv och sin egen insats lågt. Likaså var hans utvärdering av den egna gruppen förhållandevis negativ.

Tabell 9.21. Johnnys sociala självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag har lätt för att komma överens med andra	+1	+1	0
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	-2	-1	-1
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	0	0	0
Jag låter gärna andra bestämma	+2	+2	x
Jag tycker om att vara den som bestämmer	0	-1	x
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	0	+1	x

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

x Förändringar på dessa frågor har jag varken bedömt som positiva eller negativa.

Johnny hade positiva förväntningar på kemi men blev besviken; kemin motsvarade inte hans förväntningar. Johnnys självuppfattning förändrades inte nämnvärt under perioden, däremot utvecklade han en negativ självuppfattning i kemi. Han tyckte inte att han var bra i kemi och tyckte inte heller att han förstod kemi eller att han förstod vad han gör då han laborerar. Johnny svarade i enkäten att han inte gillar laborationer där man själv skall planera hur man gör eller laborationer där man måste tänka. Johnny uppgav i intervjun att han tycker att laborationer där läraren säger hur man skall göra är lättare än de öppna laborationerna. Han motiverar det så här: ”Jag har väl inte så bra att tänka ut om det sku va nå fel eller så, så jag tycker nog att det är lättare då Maja (läraren) sa vad man sku göra”. På en fråga om han tycker att han lär sig av de andra svarade han: ”Det är väl genom att se på och försöka och om man vill lära sig så lär man sig väl då”. Johnnys svaga eller negativa självuppfattning syns i hans svar. Han trodde inte att han klarar av att tänka ut något själv. Det var därför både tryggare och enklare att få en beskrivning av läraren hur man skall göra. Johnny tyckte att han lär sig av de andra genom att se på vad de gör. Hans kommentar tyder på att han inte uppfattade en diskussion, där man gemensamt kommer fram till ett svar, som det sätt på vilket man lär sig av de andra i gruppen. Detta överensstämmer med den bild man får då man lyssnar till hans bidrag i diskussionerna. Han

deltog inte för att utveckla sin egen förståelse utan för att få reda på vad de andra tänkt ut så att han kunde skriva ner något i sitt V-diagram.

Johnny var en elev som klarade sig bra i skolan och som ur den synvinkeln borde ha haft goda förutsättningar även för kemi och för de öppna laborationerna. Trots detta fungerade inte arbetet med dessa för hans del och hans självuppfattning i kemi var negativ efter kemikursen och hans attityder till kemiämnet negativa. Hans negativa självbild kan ha medfört att de utmaningar de öppna laborationerna innebar fick honom att känna sig otrygg och osäker. Även bristerna i den sociala kommunikationen kan, för Johnnys del, ha bidragit till hans negativa uppfattningar och attityder. Hans egen oförmåga att bidra till gruppens arbete, men även de negativa attityder som förekom gentemot honom från andra gruppmedlemmar, kan ha inverkat på att de öppna laborationerna för hans del inte blev positiva upplevelser och tillfällen där han upplevde att han förstod och lärde sig.

9.9.3 Olivia – en högpresterande och aktiv elev

Olivia var en elev med goda vitsord, 8,6 i medeltal av alla kurser i högstadiet (8,5 i de teoretiska ämnena). Hennes kemivitsord i kursen var 9. Olivia uppgav före kemikursen att hon trivs såväl i skolan som i sin egen klass.

Tabell 9.22. Olivias självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag är bra på de flesta ämnen	+1	+1	0
Jag har lätt för att lära mig	0	+1	+1
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	+1	+2	+1
Jag är bra på att jobba med händerna	0	+2	+2
Jag är bra på att planera	0	+1	+1
Jag är bra på att hitta på saker	0	+1	+1
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	-1	-1	0
Jag har lätt för att lära mig matematik	0		
Jag är bra i biologi	+1		
Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi	+1		
Jag tycker att jag är bra i kemi		+1	
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	-1	+1	+2

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

Olivia hade då hon besvarade den första enkäten en relativt svag eller osäker självuppfattning (tabell 9.22). I biologi, där hon hade berömligt vitsord, svarade hon endast ”delvis sant” på frågan om hon är bra i biologi, medan hon i matematik, där hennes kursvitsord hörde till de goda, valde det neutrala alternativet ”delvis sant/delvis fel” på frågan om hon har lätt för att lära sig matematik.

Olivias sociala självuppfattning var delvis positiv, delvis osäker (tabell 9.23). Hon upplevde att hon har lätt för att komma överens och uppgav att hon åtminstone delvis vågar göra som hon själv vill i sin klass. Däremot var hon mer osäker på om hon bryr sig om vad de andra tänker om henne. Henne neutrala svar kan också ha speglat att det fanns både sådana vars uppfattningar om henne hade betydelse för henne, och sådana vars uppfattningar hon inte brydde sig om. Enligt sociogrammet var hon uppskattad: tre av hennes klasskamrater svarade att de helst är tillsammans med henne.

Tabell 9.23. Olivias sociala självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag har lätt för att komma överens med andra	+1	+1, +2 *)	
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	-1	-2	+1
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	0	+1, 0	
Jag låter gärna andra bestämma	0	-1, -2 *)	x
Jag tycker om att vara den som bestämmer	+1	svar saknas	x
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	-1	-1, 0 *)	x

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

x Förändringar på dessa frågor har jag varken bedömt som positiva eller negativa.

*) Har kryssat i två svarsrutor.

Olivia deltog mycket aktivt i planeringen av de öppna laborationerna i sina grupper. Hon var en elev som kom med konstruktiva förslag och drev arbetet framåt i samarbete med andra i gruppen. I självutvärderingen utvärderade hon sin egen insats positivt. Även gruppens arbete utvärderade hon positivt, förutom vid en av laborationerna där det också från inspelningen av hennes grupp framgår att gruppen hade samarbetssvårigheter. I sin självutvärdering av den kognitiva delen av de öppna laborationerna varierade hennes svar

mellan alternativen: ”Jag tror jag vet vad det innebär”, ”Jag kan förklara för andra” och ”Jag förstår bra själv vad det betyder”.

Olivia hade efter kemikursen mycket positiva attityder till kemi. Hon hade haft positiva förväntningar på kemi men svarade att kemin har varit intressantare än hon väntade sig och uppgav att hon såg fram emot kemitimmarna. Olivias självuppfattning i kemi var positiv och hon ansåg att hon förstår vad hon gör då hon laborerar och att laborationerna också hjälper henne att förstå viktiga begrepp. Även Olivias akademiska självuppfattning utvecklades i en positiv riktning. Hennes uppfattning om egenskaper hos henne själv som kommer fram i de öppna laborationerna, såsom att kunna planera och hitta på saker, utvecklades också positivt under perioden.

För Olivia innebar uppenbarligen diskussionerna i gruppen och det att olika uppfattningar konfronterades mot varandra att hon upplevde att hon lärde sig av de andra. Hon uttryckte det så här, som svar på frågan om hon tycker att hon lär sig av de andra i gruppen: ”Jo som då de säger hur de tänker och inte sitter tyst så lär man sig mer. Att de som inte säger så mycket, som då man lagar de där V-diagrammen, så kanske är osäker då, så då vet man ju inte. Men de som säger då så blir det ju olika åsikter om hur man ska laga de där grejorna och då lär man ju sig av vilken som kan vara bättre.”

Olivia var en aktiv elev som klarade sig bra i skolan. Hennes självuppfattning utvecklades positivt under perioden och hon utvecklade positiva attityder till kemi. Utmärkande för Olivia var hennes starka engagemang i de öppna laborationerna. Olivia uppgav att hon tycker att man i de öppna laborationerna ”lär sig genom det man gör” i motsats till traditionella laborationer där man ”lär sig genom öronen, genom att lyssna så lär man sig”. Olivias förmåga att kommunicera verbalt var sannolikt av betydelse med tanke på att hon utvecklade positiva attityder och uppfattningar. Genom kommunikationen med de andra i gruppen kunde hon själv bidra men fick även ta del av andras uppfattningar. Själständigheten i de öppna laborationerna, vilken hon även lyfte fram i positiva ordalag, och utmaningarna som för hennes del uppenbarligen har legat på en lämplig nivå, kan ha bidragit till att hennes självuppfattning utvecklats i positiv riktning.

9.9.4 Mattias – en elev med positiv självuppfattning

Mattias var en elev med vitsord som låg på en starkt nöjaktig nivå: 7,5 i medeltal av alla kursvitsord i högstadiet (7,7 i de teoretiska kurserna). I kemikursen fick han vitsordet 8. Mattias uppgav före kemikursen att han trivs såväl i skolan som i sin egen klass. Mattias hade en positiv självuppfattning (tabell 9.24) och uppfattade själv att han hade lätt för matematik, även om en del av hans kursvitsord i detta ämne låg på nöjaktig nivå.

Tabell 9.24. Mattias självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag är bra på de flesta ämnen	+1	+1	0
Jag har lätt för att lära mig	svar saknas	+2	
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	+2	+2	0
Jag är bra på att jobba med händerna	+1	+1	0
Jag är bra på att planera	+1	+1	0
Jag är bra på att hitta på saker	svar saknas	+2	
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	+1	+1	0
Jag har lätt för att lära mig matematik	+2		
Jag är bra i biologi	+1		
Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi	+1		
Jag tycker att jag är bra i kemi	+1		
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	+2	0	-2

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

Även Mattias sociala självuppfattning var positiv (tabell 9.25) och stämde överens med den bild som sociogrammet gav, där tre av hans klasskamrater svarade att de helst är tillsammans med honom. Mattias finns med i endast en av de inspelade laborationsdiskussionerna och i den var han aktiv. Gruppen bestod av två pojkar och två flickor. En del av Mattias repliker tyder på att han hade svårt att anpassa sig till de andra i gruppen och att ta till sig deras åsikter. Han ville gärna genomföra laborationen på sitt sätt. Mattias utvärderade själv de grupper som han hade arbetat i mycket positivt. Hans egen utvärdering av grupperna var i allmänhet mer positiv än de andra gruppmedlemmarnas utvärdering.

Tabell 9.25. Mattias sociala självuppfattning före och efter kemikursen.

Fråga	Före	Efter	Förändring
Jag har lätt för att komma överens med andra	+2	+2	0
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	-2	-2	0
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	+1	+1	0
Jag låter gärna andra bestämma	+1	+2	x
Jag tycker om att vara den som bestämmer	-1	svar saknas	x
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	-1	-1	x

+2 = sant, +1 = delvis sant, 0 = delvis sant/delvis fel, -1 = delvis fel, -2 = fel.

x Förändringar på dessa frågor har jag varken bedömt som positiva eller negativa.

Mattias hade positiva förväntningar på kemi, men kemin motsvarade inte dessa förväntningar och hans attityder till kemi efter kursen var inte helt positiva. Han svarade att han inte har någon direkt nytta av det han lärt sig under kemilaborationerna och att kemi inte är ett intressant ämne. Däremot upplevde han att han förstått laborationerna och kemi och att han lärt sig. Hans positiva självuppfattning var stabil och han hade även utvecklat en positiv självuppfattning i kemi. Mattias attityder till de öppna laborationerna var positiva, och han uppgav såväl i enkäten som i intervjun att han gillar laborationer där eleverna själva skall planera vad de skall göra och sade att ”det är roligare då du får hitta på allt sånt där hur man ska göra och så där”.

Mattias var en elev med starkt positiv självuppfattning som klarade sig förhållandevis bra i skolan. Han hade en positiv social självuppfattning och verkade även vara uppskattad i sin klass. Han hade dock vissa svårigheter att samarbeta i sin grupp och svårt att anpassa sig till de övriga i gruppen. Mattias sade sig gilla de öppna laborationerna men utvecklade inte positiva attityder till kemi. Eventuellt kan de svårigheter att samarbeta och anpassa sig till andra i sin grupp som Mattias hade ha påverkat hans intresse för kemi, även om han uppskattade möjligheten att själv få bestämma och planera i de öppna laborationerna.

10 Resultat: De öppna laborationerna och gruppen

I detta kapitel redovisar jag för arbetet med de öppna laborationerna utgående från ett grupperspektiv. Jag har undersökt såväl kvantitativa som kvalitativa aspekter av den verbala kommunikationen i grupperna. Resultaten grundar sig på de inspelade gruppdiskussionerna i samband med de öppna laborationerna, i huvudsak planeringsfasen, samt på elevenkäterna och elevintervjuerna. Ytterligare har elevernas självvärderingar efter de öppna laborationerna samt deras V-diagram använts för att fördjupa tolkningen av resultaten. De inspelade gruppdiskussionerna används dels för att undersöka gruppernas fokusering och uthållighet vid arbetet med de öppna laborationerna (avsnitt 10.1), dels som grund för att studera innehållet i elevernas kommunikation och dess betydelse för elevernas lärande (avsnitt 10.2). Sist i detta kapitel redovisar jag för elevernas uppfattningar om att arbeta i grupp (avsnitt 10.3).

10.1 Gruppernas fokusering och uthållighet samt replikfördelningen i grupperna

Den tid grupperna använde för planering av sin undersökning varierade från 3 minuter till 19 minuter, beroende på uppgiftens svårighetsgrad och karaktär. Grupperna var tvungna att vänta på att alla grupper var färdiga med sin planering innan någon började arbeta praktiskt. Detta hade en lugnande inverkan på eleverna så att grupperna verkligen gav sig tid att diskutera. Den totala tiden för den praktiska fasen i de olika laborationerna varierade från 27 minuter upp till 50 minuter.

För att undersöka hur fokuserade grupperna var på sin uppgift har jag studerat hur stor del av den inspelade tiden grupperna diskuterade sådant som gällde den egna undersökningen och hur stor del av tiden diskussionen som berörde sådant som låg utanför ämnet. Då jag avläst tiderna har jag inte beaktat enskilda repliker som ligger utanför ämnet, utan valt 5 sekunder som

minimitid för replikskiften. Detta innebär att enstaka repliker av typen ”var är mitt suddgummi” eller ”lyssna nu”, som finns mitt i en diskussion som i övrigt berör uppgiften, inte påverkar tiderna. Däremot finns dessa repliker medräknade bland repliker som ligger utanför ämnet.

De diskussioner i grupperna som inte berörde uppgiften inföll huvudsakligen i början eller i slutet av planeringsfasen. I början av planeringen hade vissa grupper svårigheter att komma igång och att komma underfund med vad som förväntades av dem. Då hade en del elever svårt att fokusera på uppgiften. I slutet av planeringsfasen var de snabbaste grupperna tvungna att vänta på de övriga, även om de själva ansåg sig klara med sin egen planering. Då kom deras diskussioner främst att handla om sådant som låg utanför uppgiften.

En del av diskussionerna har jag klassificerat som sidodiskussioner även om de i någon bemärkelse hade koppling till uppgiften. Exempelvis vid laborationen ”Kalkning av försurad mark” kom en grupp in på diskussioner om att människan behöver kalk i sin mat och om föräldrarnas blomsterodling. Detta har jag tolkat som sidospår även om diskussionen uppenbart inspirerats av innehållet i uppgiften. Mera ovidkommande sidodiskussioner handlade t.ex. om tandläkarbesök, mopeder och snygga pojkar.

I tabell 10.1 och 10.2 har jag sammanställt de resultat som berör tidsanvändningen samt replikerna under planeringsfasen, samt vid två laborationer även under experimentfasen. Gruppernas namn består av första bokstaven i gruppmedlemmarnas namn (ej elevernas riktiga namn). Gruppnamnet anger därför samtidigt hur många elever som ingick i gruppen, d.v.s. tre bokstäver i namnet innebär att gruppen bestod av tre elever osv.

Resultatet visar att grupperna i allmänhet var mycket fokuserade på själva uppgiften. I största delen av de inspelade diskussionerna använde grupperna mer än 90 % av tiden både under planeringsfasen och under experimentfasen till att diskutera sådant som berörde uppgiften. Den tid grupperna arbetade med uppgifterna som helhet var också betydande, från en halv timme till nästan en hel timme. Ingen grupp avbröt i något skede sitt arbete utan alla slutförde sina undersökningar. Grupp LUDK och grupp LUD i laboration 2 och 3 var i stort sett samma grupp förutom att K(rister) arbetade i en annan

grupp under laboration 3. Dessa två grupper var de mest okoncentrerade av de inspelade grupperna. Trots detta visade de stor uthållighet och slutförde laborationerna helt planerligt. Ett annat tecken på elevernas uthållighet var att grupperna vid behov var beredda att göra flera försök eller test för att komma till trovärdiga resultat eller för att göra mera omfattande undersökningar. Vid laborationen där grupperna skulle undersöka om massan förblir konstant i en kemisk reaktion gjorde grupperna sina mätningar 2–4 gånger, trots att det var relativt mödosamt för dem, dels p.g.a. elevernas ovana vid att tarera och mäta med en digital våg, dels på grund av vissa svårigheter med räknandet.

Tabell 10.1 Tid och antal repliker som berörde uppgiften under planeringsfasen.

Laboration	Grupp	Total tid	Tid på uppgiften	Totala antalet repliker	Repliker som berörde uppgiften
		min.s	%		%
1. Separation av sand och salt	SKS	10.04	80	130	77
2. Massans konservering	SSOEJ	7.01	96	91	92
	LUDK	8.26	74	158	60
	MKOL	7.05	98	104	88
3. Kalkning av försurad mark	OJJ	17.10	89	191	74
	LUD	18.38	78	243	70
	OJE	19.48	100	183	98
4. Bästa teet	MOL	5:43	100	81	100
	SKS	3.00	100	58	95
	USJM	5.49	99	82	90
Total andel			90		81

Ett aktivt lärande och utvecklandet av den egna förståelsen genom diskussioner i grupp gynnas av aktiviteter där eleverna själva har möjlighet att komma till tals och uttrycka sig, och inte enbart fungera som passiva åhörare. Den enskilda elevens aktivitet kan påverka hennes lärande och även hur hon uppfattar de öppna laborationerna och arbetet i grupp. Jag har studerat replikfördelningen i de olika inspelade grupperna för att identifiera olika typer av grupper och för att kunna studera om de enskilda elevernas aktivitet

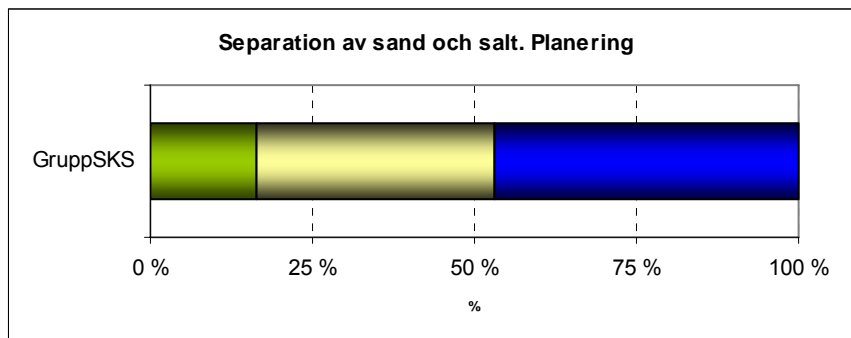
under diskussionen haft betydelse för hur de utvärderat gruppen vid självutvärderingen strax efter laborationen (bilaga 7).

Tabell 10.2. Tid och antal repliker som berörde uppgiften under den praktiska fasen.

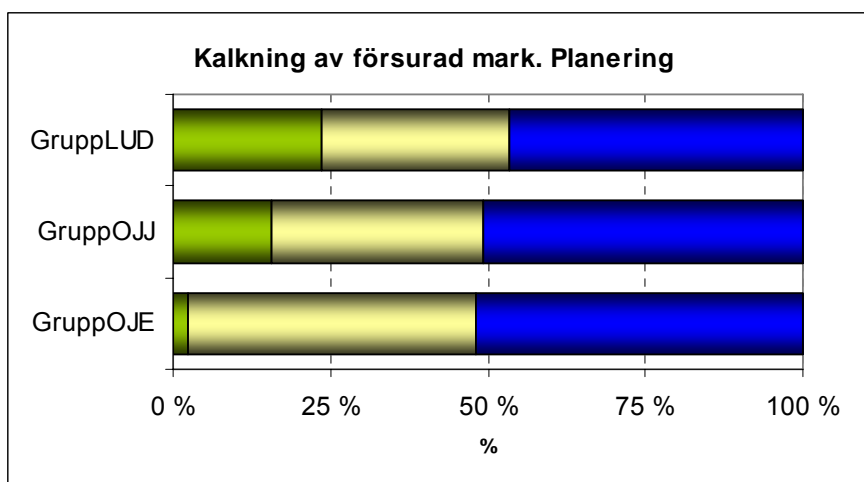
Laboration	Grupp	Total tid	Tid på uppgiften	Totala antalet repliker	Repliker som berörde uppgiften
		min.s	%		%
2. Massans konservering	SSOEJ *)	40.38	100	350	98
	LUDK	45.47	79	628	65
	MKOL	40.30	99	484	93
4. Bästa teet	MOL	49.42	98	659	96
	SKS	23.00	100	222	95
	USJM	27.23	98	418	91
Total andel			95		89

*) saknas inspelning från senare delen av laborationen.

Bland de undersökta grupperna har jag identifierat två olika typer av grupper utgående från de inspelade laborationsdiskussionerna. De två gruppetyperna har jag benämnt *symmetrisk* respektive *asymmetrisk grupp*. Den symmetriska gruppen definierar jag utgående från att varje gruppmedlem står för en andel av replikerna som motsvarar en jämn replikfördelning plus minus 50 %. I den asymmetriska gruppen bidrar minst en av gruppmedlemmarna med mindre än hälften av sin andel av replikerna (vid en jämn replikfördelning), eller med mer än 50 % över den egna andelen (vid en jämn fördelning). En grupp med tre deltagare är således asymmetrisk om någon i gruppen bidrar med mindre än 16,5 % av replikerna och i en grupp med fyra eller fem medlemmar om någon bidrar med mindre än 12,4 % respektive 10 % av replikerna. På motsvarande sätt är t.ex. en trepersoners grupp asymmetrisk om en av deltagarna står för mer än 49,5 % av replikerna (fyrapersoners grupp: 37,5 % och fempersoners grupp: 30 %). Resultaten av replikfördelningarna finns sammanställda i figur 10.1–10.4.



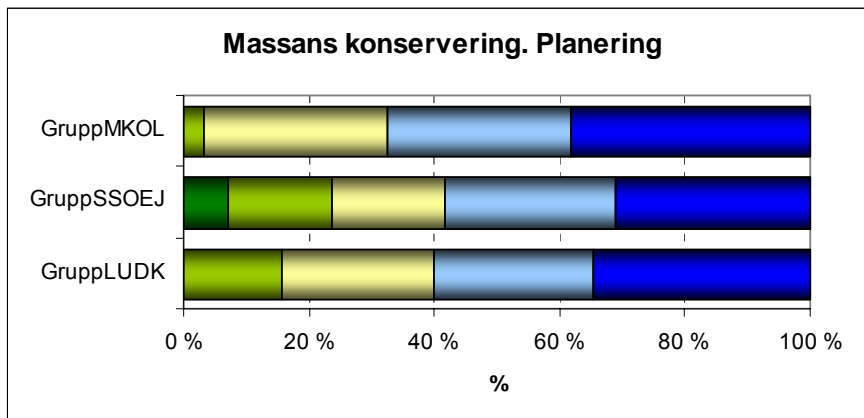
Figur 10.1. Replikfördelningen i grupp SKS vid planeringen av laboration "Separation av sand och salt".



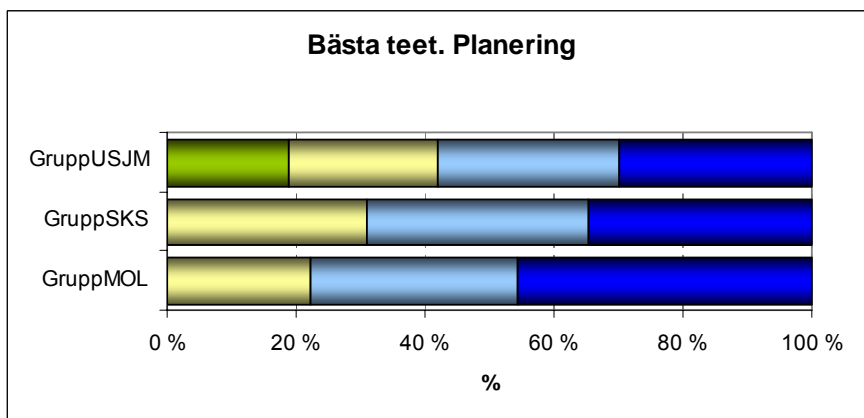
Figur 10.2. Replikfördelningen i tre av grupperna vid planeringen av laborationen "Kalkning av försurad mark".

Figureorna 10.1 och 10.4 visar att den inspelade gruppen vid planeringen av laborationen "Separation av sand och salt" samt de tre grupperna vid laborationen "Bästa teet" fungerade symmetriskt. Vid de två övriga laborationerna var replikfördelningen i två av grupperna asymmetrisk (figur 10.2 och 10.3). I tabell 10.3 finns ytterligare en sammanställning av grupperna, klassificerade som asymmetriska eller symmetriska. Tabellen innehåller information såväl från planeringsfasen som från den praktiska fasen. Ur tabellen kan man se att i alla studerade grupper, förutom en (MKOL), bibehölls gruppstrukturen under båda faserna, d.v.s. en symmetrisk grupp var

symmetrisk såväl under planeringsfasen som under den praktiska fasen, medan en asymmetrisk grupp bibehöll sin asymmetri.



Figur 10.3. Replikfördelningen i tre av grupperna vid planeringen av laborationen "Massans konservering".



Figur 10.4. Replikfördelningen i tre av grupperna vid planeringen av laborationen "Bästa teet".

Tabell 10.3. Asymmetriska respektive symmetriska grupper vid arbetet med de öppna laborationerna.

Laboration	Planeringsfasen		Praktiska fasen	
	Asymmetrisk grupp	Symmetrisk grupp	Asymmetrisk grupp	Symmetrisk grupp
Separation av sand och salt	SKS			
Kalkning av försurad mark	OJE OJJ	LUD		
Massans konservering	MKOL SSOEJ	LUDK	SSOEJ	MKOL LUKD
Bästa teet		USJM SKS MOL		USJM SKS MOL

Det finns många faktorer som påverkar hur en grupp fungerar. Att söka djupare förklaringar ligger dock utanför denna avhandling. Utgående från diskussionsdata samt från elevernas självutvärdering efter laborationstillfällena, då de bl.a. utvärderade den egna laborationsgruppen, kan jag i alla fall se vissa mönster eller drag som är värda att lyfta fram. En elev som vid planeringen av en laboration är tyst och passiv kan helt enkelt ha en dålig dag, eller som en av de tystlåtna eleverna i en asymmetrisk grupp uttryckte det för gruppen: ”... jag vet ingenting idag, det står still i huvudet”. Asymmetrin kan vara oproblematiske i en grupp där eleverna intar sina vanliga roller, d.v.s. elever som också utanför klassrummet är mer pratsamma, pratar även i samband med arbetet i grupp mera än de som normalt är mer tystlåtna. Den ojämna replikfördelningen behöver då inte upplevas som något negativt, varken av den elev som inte varit så aktiv verbalt eller av de aktiva. I gruppen SKS (figur 10.1) var alla tre gruppmedlemmar i självutvärderingen mycket nöjda med den egna gruppens arbete. Även i grupperna OJE (figur 10.2) och SSOEJ (figur 10.3) svarade eleverna i självutvärderingen att de var nöjda eller mycket nöjda med den egna gruppens arbete.

Asymmetrin kan dock vara en indikation på att en grupp inte fungerar väl. I grupp OJJ (figur 10.2) deltog eleven Johnny inte aktivt i planeringen och han var inte heller nöjd med sin grupp efteråt. Vid en närmare undersökning av diskussionen i gruppen har jag kunnat konstatera att gruppen fungerade dåligt socialt och att en viss mobbning kunde skönjas. I grupp MKOL (figur 10.3) var ingen av gruppens medlemmar helt nöjd med gruppens arbete efter

laborationen. Detta missnöje var inte kopplat till att personerna varit inaktiva utan kan även i detta fall kopplas samman med att gruppen som helhet inte fungerade bra tillsammans. I praktiken delade gruppen periodvis upp sig i två separata grupper, en flick- och en pojkggrupp.

Grupp LUDK (figur 10.3) var en symmetrisk grupp. Medlemmarnas självvärdering visar dock att tre av gruppens medlemmar upplevde att det fanns samarbetsproblem i gruppen. Även om alla deltog relativt aktivt hade gruppen problem som tog sig uttryck i brist på koncentration och fokusering.

Generellt kan man således konstatera att symmetrin i gruppen inte kan tas som mått på hur eleverna i gruppen upplevde sin grupp, utan andra faktorer var av större betydelse.

10.2 Gruppernas diskussioner vid planeringen av de öppna laborationerna

10.2.1 Delad förståelse genom diskussionen i gruppen

Genom att närmare analysera innehållet i elevernas diskussioner vid de öppna laborationerna har jag undersökt om de öppna laborationerna utgjorde tillfällen där eleverna kunde utveckla sin egen förståelse i kemi i samverkan med andra elever i den egna gruppen, och om man kan finna indikationer på att eleverna genom dialogen i gruppen utvecklade en delad förståelse.

Jag har valt ut några diskussioner från olika grupper för att med hjälp av dessa exempel visa hur eleverna i dessa grupper diskuterade fram en lösning på problemet gruppen ställts inför. Mitt första exempel är taget från laborationen ”Separera sand och salt”. Utdraget är från grupp SKS som bestod av tre pojkar, Sixten, Krister och Sven.

Elevernas diskussion	Mina kommentarer
Sixten: <i>men se då vi har vattnet så far det här (sandens; mitt förtydligande) till botten och saltet har</i>	Sixten har klart för sig att de kan lösa upp saltet genom att tillsätta vatten och beskriver för de andra vad som händer

<p><i>ju upplösts, och två; så tar vi bort ... sen låter vi det, nä...</i></p> <p>Krister: <i>ska vi koka det?</i></p> <p>Sixten: <i>ja så kokar vi det!</i></p> <p>Diskussion om utrustning och ifyllandet av V-diagrammet. Fortsatt diskussion om hur uppgiften skall genomföras:</p> <p>Krister: <i>De måste gå fortare om vi har vattnet i de, ti upplösa de</i></p> <p>Sixten: <i>men se nu, vi laga ju vattnet i och då far saltet ??, men saltet var ju upplöst!</i> (dialekt, betydelse: saltet löses ju upp)</p> <p>Krister: <i>med de går fortare om..</i></p> <p>Sixten: <i>.. ja, om vi kokar det så ånga allting upp och saltet lämnar kvar</i></p> <p>Krister: <i>ja</i></p>	<p>med blandningen om man tillsätter vatten. Han avslutar sin replik med en viss osäkerhet om hur de skall få bort vattnet och saltet från sanden.</p> <p>Krister utgår från saltvattnet och föreslår att man kan koka det, och har antagligen insett att de på så sätt får bort vattnet igen.</p> <p>Tack vare Kristers svar inser Sixten att det är just genom kokningen de får bort vattnet, d.v.s. genom diskussionen kom han ett steg vidare i sitt eget tänkande</p> <p>Krister verkar ännu inte riktigt att ha förstått vad som egentligen kommer att hända.</p> <p>Sixten förklarar för Krister att saltet löser upp sig i och med att man tillsätter vattnet.</p> <p>Krister vill antagligen koppla till diskussionen någon minut tidigare då han föreslog att de skulle koka blandningen. Sixten hakar på mitt i meningen och förklarar vad som händer, d.v.s. att vattnet i så fall ångar bort.</p> <p>Krister bekräftar att han förstått. Replikskiftet visar på att det finns en delad förståelse mellan de båda</p>
--	---

<p>Sixten: <i>men vi måste ta bort sanden förrän vi börjar koka så vattnet avdunstar så vi får saltet kvar</i></p> <p>Krister: <i>ja, ja, så kokar vi bort det där skitet så har vi saltet kvar</i></p> <p>Sixten: <i>ja</i></p>	<p>parterna som kommer fram genom att de bygger vidare på varandras meningar.</p> <p>Sixten förtydligar proceduren genom att påpeka att sanden måste avlägsnas innan lösningen skall kokas.</p> <p>Krister verkar förstå och återkopplar till tanken på att vattnet måste kokas bort för att de skall nå uppgiftens slutpunkt.</p> <p>Ytterligare bekräftelse på att de är överens.</p>
--	---

I exemplet ovan ser man att diskussionen i denna fas av arbetet skedde som en dialog mellan två av gruppens medlemmar, Sixten och Krister, medan Sven inte bidrog till diskussionen. Sixten har tagit en ledande roll och för problemlösningen framåt, samtidigt som han hela tiden står i dialog med Krister och söker efter bekräftelse från Kristers sida. Man kan även se att Krister hjälper Sixten vidare i förståelsen då denne börjar tveka över hur de skall få bort vattnet från saltet. Man kan således från detta exempel se hur Sixten och Krister utvecklade någon form av delad förståelse där vardera parten bidrog till den andras utveckling.

I den fortsatta diskussionen, som hade sin utgångspunkt i V-diagrammet, ställde Krister frågan till gruppen om vad en hypotes egentligen är. Sixten gick då in i en förklarande lärarroll och berättade dels vad begreppet innebär rent "teoretiskt", men förklarade samtidigt vad hypotesen i denna enskilda uppgift kunde innebära. Sixten: "Hypotes, ja, vad vi tror att kommer att hända. Se nu, hypotes: sand till botten, vatten avdunstar salt blir kvar". Krister hade här möjlighet att inom den egna gruppen ställa frågor och få svar, samtidigt som Sixten fick en möjlighet att formulera sin egen förståelse för ett aktuellt begrepp.

Följande exempel har jag valt från laborationen "Kalkning av försurad mark" och utgörs av en diskussion i grupp OJE som bestod av Olivia, Jenny och

Ellen. Även i denna grupp skedde planeringen i huvudsak som en dialog mellan två av gruppens medlemmar, medan den tredje intog en passiv roll.

Planeringen startade utgående från V-diagrammet och gruppen funderade på vad de skulle skriva i fältet ”begrepp” utan att de ännu diskuterat hur de skulle lösa själva uppgiften. Denna grupp lät även i fortsättningen, under själva planeringen, V-diagrammet och dess innehåll styra diskussionen. Olivia var den i gruppen som ledde diskussionen och som klarast gav uttryck för sin förståelse av hur gruppen skulle genomföra sin undersökning. Planeringen skedde dock i samråd med gruppen, eller framför allt med Jenny, som hela tiden aktivt deltog i diskussionen.

Elevernas diskussion	Mina kommentarer
<p>Olivia: <i>vi måste ju skriva dit det där nu att jorden ska ju va lika, jorden, alltså det vi planterar i, ska va lika</i></p> <p>Jenny: <i>ja</i></p> <p>Olivia: <i>eftersom vi ska bara kalka det där andra</i></p> <p>Jenny: <i>ja.</i></p> <p>Här följer en diskussion mellan Jenny och Olivia som berör vilken utrustning de behöver, d.v.s. vad de skall skriva i fältet ”Detta behöver jag”</p> <p>Jenny: <i>Så här ska jag göra</i></p> <p>Olivia: <i>blanda jorden</i></p> <p>Jenny: <i>bearbeta jorden</i></p> <p>Olivia: <i>och blanda i svavelsyra</i></p>	<p>Olivia har förstått att jordmängden i försöket måste hållas konstant för att undersökningen skall bli korrekt och förklarar detta för de andra.</p> <p>Jenny bekräftar att hon är med.</p> <p>Olivia fortsätter sin tankegång kring konstanter och variabler och visar nu att hon förstått att kalken utgör en variabel i undersökningen.</p> <p>Jenny bekräftar med sitt <i>ja</i>.</p> <p>Jenny läser nu i V-diagrammet och vill styra diskussionen till vad som skall skrivas.</p> <p>Här sker en dialog där replikerna avlöser varandra och bygger vidare på</p>

<p>Jenny: <i>ja, hmm, men inte i båda</i> Olivia: <i>jo, om det ska kunn var, nog måste de va he nog</i> Jenny: <i>ja, ja</i> Olivia: <i>om de ska va lika</i></p> <p>Jenny: <i>ja, ja, okej</i> Olivia: <i>bearbeta jorden, lägg i svavelsyran, så frön</i> Jenny: <i>så frön, vattna</i> Olivia: <i>kalka ena burken, vattna</i> Jenny: <i>okej, och så var det begreppen</i></p>	<p>föregående replik. Jenny och Olivia kan sägas här ha en delad förståelse för hur de skall göra.</p> <p>Jenny uppfattar ännu att svavelsyran är en variabel. Olivia säger emot henne och Jenny accepterar genom att svara <i>ja, ja</i>.</p> <p>Olivia vill ännu ha bekräftelse på att Jenny förstått och lägger till detta förtydligande.</p> <p>Jenny håller med henne än en gång och nu kan Olivia gå vidare i planeringen som fortsätter som en dialog där de båda bygger vidare på varandras repliker.</p>
---	---

Eftersom Olivia uppenbarligen hade en uppfattning om hur uppgiften skulle lösas redan i ett tidigt skede blev det hon som drev uppgiften framåt. Samtidigt var Jenny aktiv och skapade en dialog genom att haka på Olivias repliker men också genom att ifrågasätta, så att Olivia måste förklara hur hon menade. Genom detta samspel växte en delad förståelse fram, så att lösningen blev gemensam för dessa två i gruppen. Ellen var tyst under denna diskussion. På så sätt bidrog hon inte till den gemensamma förståelsen. Det är dock omöjligt att på basis av exemplet säga om hon förstått eller ej.

Vid laborationen ”Massans konservering” bestod en av grupperna av fem elever: Sixten, Sven, Olle, Elin och Jenny (grupp SSOEJ). Gruppens storlek utgjorde inget hinder för att flera av gruppens medlemmar var aktiva. Diskussionen framskred framför allt mellan Sixten, Elin och Jenny, men man kan också se att Olle var med, genom att han med jämna mellanrum stack in någon fråga.

Gruppen inledde sitt arbete med att diskutera vilka ämnen de skulle välja att undersöka och enades relativt fort om att välja tvättmedel och rödkål. Efter detta diskuterade de hur de skulle gå tillväga.

Elevernas diskussion	Mina kommentarer
<p>Sixten: <i>måste int vi väga dem enskilt först?</i></p> <p>Elin: <i>ja, ja kanske det</i></p> <p>Jenny: <i>väga ämnena enskilt först</i></p> <p>Sixten: <i>ja nå, först måste vi väga ämnena skilt</i></p>	<p>Sixten kastar fram sitt förslag som en fråga, tydligen inte helt säker om det är så här de skall göra.</p> <p>Elin och Jenny bekräftar och Sixten svarar nu med lite större säkerhet att de skall väga ämnena enskilt först.</p> <p>Bekräftelsen kan ha ökat hans tilltro till att hans förslag är riktigt.</p>
<p>Elin: <i>sedan blandar vi ihop dem och väger</i></p> <p>Sixten: <i>ja, men först måste vi väl väga ämnena skilt</i></p>	<p>Elin går vidare till nästa steg, d.v.s. att ämnena skall blandas ihop och sedan vägas tillsammans.</p> <p>Sixten är ännu inte helt övertygad om att de andra förstått att de måste börja med att väga ämnena enskilt och måste påpeka detta ännu en gång.</p>
<p>Elin: <i>ja</i></p> <p>Jenny: <i>ja men det har vi ju sagt nu</i></p> <p>Sixten: <i>hmm</i></p>	<p>Jenny uppfattar att detta nu var självklart och meddelar detta.</p> <p>Sixten uppfattar tydligen nu att detta är klart för han är nu tyst och låter flickorna planera vidare.</p>
<p>Jenny: <i>och sen rör vi om och väger alltihop</i></p> <p>Elin: <i>sen blandar vi de?</i></p> <p>Jenny: <i>väger de?</i></p> <p>Elin: <i>ja</i></p> <p>Jenny: <i>båda två som?</i></p> <p>Elin: <i>jo</i></p> <p>Olle: <i>va gjorde vi nu då?</i></p> <p>Jenny: <i>väg ämnena enskilt sedan</i></p>	<p>Diskussionen präglas av en viss osäkerhet. Men genom diskussionen där Elin och Jenny växelverkar med varandra kommer de gemensamt fram till hur de skall göra och kan, då Olle frågar vad gruppen egentligen gör, ge honom ett klart svar på hur gruppen skall gå tillväga. I dialogen har en delad förståelse, åtminstone mellan Elin och</p>

<i>båda två</i> Elin: <i>blandar ihop och väger</i>	Jenny, vuxit fram.
--	--------------------

I detta exempel kan man ana sig till att ingen av gruppens medlemmar från början hade helt klart för sig hur uppgiften skulle lösas. Genom en diskussion där olika elever i gruppen vågade uttrycka sig, även om de verkade vara lite osäkra på om de hade rätt, växte lösningen gemensamt fram.

10.2.2 Elevernas användning av vardagskunskaper i problemlösningen

De öppna laborationerna hade alla någon form av koppling till vardagslivet. Eleverna skulle se att kemi inte är något som bara hör hemma i skolan och kemisalen, utan att kemin är en del av livet utanför skolans väggar. Jag har därför undersökt om eleverna själva, då de skulle lösa problemen i de öppna laborationerna, gjorde kopplingar till sina erfarenheter från vardagen. Samtidigt har jag även studerat om eleverna aktivt använde kunskap som de utvecklat under tidigare kemilektioner. Resultaten bygger på de inspelade elevdiskussionerna vid planeringen av de öppna laborationerna samt på elevernas V-diagram.

Elevernas diskussioner innehåller flera exempel på att de gjorde kopplingar till vardagen i sin strävan efter att förstå hur de skall lösa problemet vid en öppen laboration. Vid laborationen "Kalkning av försurad mark" funderade gruppen, som bestod av Olle, Johan och Jonas (grupp OJJ), på i vilken ordningsföljd de skulle placera de olika ämnena (vatten, syra och kalk) i sin burk med jord. Johan tänkte då på de sura regnen och sa: "men alltså på riktigt då man sår då regnar det ju och så kommer det från toppen och så sjunker det ner". Denna koppling till regn använde han som argument för att syran skall hällas i burken efter det man lagt i kalken, eftersom det ju i verkligheten också regnar på de kalkade åkrarna. I samma laboration funderade Olivia, Jenny och Ellen (grupp OJE) på hur mycket syra de borde använda. Även de försökte koppla till verkligheten för att komma underfund med hur mycket syra de borde använda.

Jenny: *det ska inte va så jättemycket*

Olivia: *jag tror nog det jag*

Jenny: int så jättemycket

Olivia: nä men nog är det ju mycket avgaser

Ellen: och sånt i luften

Olivia: men kolla nu, det kommer ju från avgaser och röken, nog kommer det ju ner ganska mycket från himlen då nog

Vid laborationen "Separera sand och salt" föreslog en elev i sin grupp att saltet i kallt vatten kanske flyter upp om det får stå en stund. En av de andra i gruppen svarade: "men hur är det på stranden, inte far ju saltet upp där?"

Data/Resultat : Earl Grey

lipton	twining's	Pirkka	
56°C	58°C	61°C	grader
55	54	56°C	lite senare
pH: 6	pH: 5	pH: 6	pH värdet
2 g	2 g	2 g	vikt
sitron surt ☹	söt ☺	dålig beskt ☹	smak
sitron	te + socker	Rekligt +	lukt
①	②	③	placering

Figur 10.5. Resultatdelen i V-diagram från elev i grupp MOL vid laborationen "Bästa teet".

Laborationen "Bästa teet" var en laboration där de olika grupperna från början verkade uppleva laborationen som trivial och utan större utmaning: man kokar te och så smakar man! Undersökningen utvecklades efterhand i flera av grupperna då de såg brister i den egna undersökningen, men också möjligheter. Elevernas V-diagram visar att grupperna kopplade samman laborationen såväl med vardagslivet som med sådant de lärt sig tidigare under

kemikursen. Det var inte bara "smak" som eleverna valde som kriterium för ett bra te. Kriterier såsom ekomärkning, pris, grönt te i motsats till svart te m.fl. var faktorer som ingick i grupperns val av kriterier. En av grupperna arbetade intensivt med idéer som uppenbarligen härstammade från tidigare kemilektioner. De valde att undersöka faktorer såsom pH-värdet för olika tesorter, om teet kallnade olika beroende på tesort men även lukten hos de olika tesorterna (figur 10.5).

Ur figur 10.5 kan man inte avgöra hur grupp MOL gjorde för att rangordna de olika tesorterna, däremot visar figur 10.6 att grupp SKS skapade en egen poängsättningskala, där kriterierna var smak, lukt och utseende. Utgående från poängsättningen av dessa kriterier beräknade de ett medelvärde för "kvaliteten" hos de olika produkterna.

Data/Resultat :

Pirkka mint	Pirkka Earl grey	Lipton yellow label	Twining's Green tea
1 dl H ₂ O tepåse	1 dl H ₂ O tepåse	1 dl H ₂ O tepåse	1 dl H ₂ O tepåse
1 dl H ₂ O tepåse	1 dl dl H ₂ O tepåse	1 dl H ₂ O tepåse	1 dl dl H ₂ O tepåse
Betyg	Betyg	Bytyg	Betyg
Lukt: 4 Smak: 2 utseende: 2	Lukt: 3 Smak: 1 utseende: 5	Lukt: 5 Smak: 2 utseende: 4	Lukt: 5 Smak: 2 utseende: 2
2,5	3	3,75	3

Figur 10.6. Resultatdelen i V-diagram från elev i grupp SKS vid laborationen "Bästa teet".

10.2.3 Öppna laborationer och elevernas alternativa uppfattningar

Genom att öppna laborationer har sin utgångspunkt i elevernas egna idéer och tankar kan de utgöra tillfällen då alternativa uppfattningar exponeras och konfronteras med andra uppfattningar inom gruppen. Följande diskussion utspann sig mellan Sven, Sixten och Krister under laborationen ”Separera sand och salt”:

Sven: *hur vet vi vilket som har högre densitet då, av de små saltkornen?*

Sixten: *inte behöver vi nån densitet här*

Krister: *nämen saltkornen kan vara lika lätta de*

Sixten: *inte behöver vi ha densitet här*

Krister: *hördu, saltkornen som är minst kan flyta upp med saltet och...*

Sixten: *ja men allt salt upplöses ju och all sand far till botten*

Krister: *ja ja, så var det ju, ja ja*

Såväl Sven som Krister uttrycker i exemplet en uppfattning om att separationen av salt från sand skall bygga på ämnenas olika densitet. Sixten har klart för sig att det inte handlar om densitet utan om att saltet skall lösa sig medan sanden inte gör det. Sixten förklarar tills åtminstone Krister genom sitt svar visar att han på något sätt förstått.

Mot slutet av planeringen under samma laboration framkommer att Sixten är lite osäker på om saltet eventuellt följer med vattenångan vid kokningen. Han prövar sina tankar i gruppen, svarar delvis själv, men får också kommentarer av Krister vilket kan hjälpa honom vidare i den egna förståelsen.

Sixten: *ja men tänk om saltet avdunstar tillsammans med vattnet då har vi ju inte alls något kvar, men det måste nog vara kvar*

Krister: *nä det går inte lera kan gå*

Sixten: *om vi sku göra så att vi låter det avdunsta av sig själv då sku det ju vara såna där saltkristaller såna där stora men de är ju ändå salt*

Krister: *men det tar ju skitlänge det*

Sixten: *ja*

Sixten: *men om vi kokar det går det fortare*

För läraren Maja blev det en aha-upplevelse att de öppna laborationerna ledde till att elevernas alternativa uppfattningar kom fram. Före laborationen, där salt skulle separeras från sand, hade eleverna gjort en laboration där de löst upp kopparsulfat i vatten och sedan återfått kopparsulfatkristaller genom att låta vattnet avdunsta. Hon uppfattade att hon hade gjort det klart för eleverna att man kan återfå ett upplöst salt genom att vattnet får avdunsta. Hon uttryckte det hela så här: ”Jag liksom tänkte att det var ju självklart att de skulle förstå att saltet var där. Och jag har ju ändå gjort den där laborationen någorlunda öppen förr, märk väl någorlunda öppen, inte så pass ändå, som det här blev, och har aldrig stött på den där frågeställningen förr, och nu var det faktiskt flera grupper som ifrågasatte det där: men saltet följer ju med!” Majas uppfattning efter kemikursen var att de öppna laborationerna kan ge eleverna aha-upplevelser som samtidigt innebar att också teorin fastnar bättre.

Processen då eleverna försökte hjälpa varandra att nå förståelse var i vissa fall mödosam och eleverna visade stor uthållighet. Lena hade stora problem att få sin grupp att inse att man vid en kemisk reaktion måste jämföra summan av utgångsämnenas massa med massan av ämnena efter reaktionen, för att ta reda på om massan hålls konstant i en kemisk reaktion. Lena förklarar efter en lång diskussion: ”se de här två i lag var 1,7 (dialekt, betydelse: då man adderar dem är resultatet 1,7) och då man vägde dem i lag så var det 1,7; så blev det samma!” Unni är fortfarande tveksam men sedan verkar hon förstå: ”ja men ska man inte se... äh. Ja de väger likadant. Jag fattar.” Efter att ha kämpat för att få de andra att förstå utbrister Lena: ”jag får i huvudet av att tänka så här mycket”. I gruppen ansträngde sig både den som försökte förklara men också den som försökte förstå för att komma till en delad förståelse.

10.3 Elevernas uppfattningar om arbetet i grupp vid kemilaborationer

Vid de öppna laborationerna arbetade eleverna i olika grupsammansättningar vid olika laborationer. Eleverna fick inte själva bestämma med vem de arbetade. Öppna laborationer innebär att eleverna skall lösa ett problem gemensamt i grupp. Detta är faktorer som kan ha påverkat elevernas uppfatt-

ningar om att arbeta i grupp och i förlängningen även deras uppfattningar om öppna laborationer. Elevenkäten efter kemikursen innehöll några frågor med anknytning till arbete i grupp, vilket innebar att jag kunnat studera om fördelningen av uppfattningar i undersökningsgruppen skiljde sig från fördelningen i jämförelsegruppen. Undersökningsgruppens svar har jag fördjupat och kompletterat utgående från elevernas självutvärderingar efter de öppna laborationerna samt elevintervjuerna.

Sammansättningen i grupperna vid de öppna laborationerna bestämdes före varje öppen laboration av Maja som lärare och av mig i egenskap av forskare i klassen. En av eleverna ansåg i intervjun att eleverna själva borde få bestämma vem de laborerar tillsammans med. Denna elev kommenterade det så här: ”då får man jobba med de som är duktiga”. Fyra av eleverna tyckte att det inte spelar någon roll om läraren bestämmer gruppernas sammansättning eller om eleverna själva gör det. De övriga uppgav att de tyckte att det var bra att läraren bestämmer. Elevernas motiveringar var att det är bra att lära sig arbeta med andra än med dem man brukar vara tillsammans med; det är bra att flickor och pojkar måste arbeta tillsammans eftersom de tänker lite olika och att en del kanske skulle bli utanför om eleverna själva får välja.

Tabell 10.4. Elevernas uppfattningar om gruppen efter kemikursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %	Jämförelsegruppen %
Gruppens sammansättning är viktig då vi laborerar	sant+delv.sant	100	65
	delv.sant / delv.fel	0	30
	delv.fel+fel	0	4
Jag lär mig av de andra i gruppen då vi laborerar	sant+delv.sant	60	37
	delv.sant / delv.fel	35	39
	delv.fel+fel	5	25
Då vi laborerar hjälper jag andra i gruppen om de inte förstått	sant+delv.sant	100	65
	delv.sant / delv.fel	0	30
	delv.fel+fel	0	4

Elevenkäten efter kemikursen innehöll tre frågor som gällde arbetat i grupp. Frågorna berörde elevernas uppfattningar om betydelsen av gruppens sammansättning vid laborationerna, deras uppfattningar om de lär sig av

andra i gruppen, samt om de tyckte att de själva hjälper andra i gruppen. Resultaten från elevernas svar i såväl undersökningsgruppen som jämförelsegruppen finns sammanställda i tabell 10.4.

Alla elever i undersökningsgruppen uppgav att de tycker att gruppens sammansättning är viktig i samband med laborationerna, medan motsvarande andel i jämförelsegruppen var 65 %. Inte heller vid en skolvis jämförelse finner man någon annan skola med en lika hög andel elever som uppfattade att gruppens sammansättning var viktig. Resultatet kan tolkas så att det fanns skillnader i erfarenheter från laborationerna och därmed i behoven av en fungerande grupp vilket påverkade elevernas uppfattningar om arbetet i grupp. I en traditionell laboration kan laborationen ofta genomföras utan något större samarbete mellan gruppdeltagarna, t.ex. så att en eller två elever gör arbetet medan andra på sin höjd ser på. Gruppens sammansättning har då inte samma betydelse som om man gemensamt i gruppen skall lösa ett problem.

Tidigare i detta kapitel har jag presenterat resultat som indikerade att eleverna lär sig av varandra vid de öppna laborationerna. Ur svaren på den enkätfråga som gällde detta kan man också se att majoriteten, eller 60 %, av eleverna i undersökningsgruppen ansåg att de lär sig av andra, medan endast 37 % av jämförelseleverna svarade positivt på denna fråga. Man kan också notera att en fjärdedel av eleverna i den senare gruppen uppgav att de inte lär sig av de andra. Eleverna i undersökningsgruppen förklarade själva varför de tycker att de lär sig av varandra så här:

- då de som kan mera förklarar lär man ju sig om det är nånting man inte förstår
- då de säger hur de tänker
- då det kommer fram så olika saker
- om den ena kommer på nånting så förstår man ju.

De öppna laborationerna hade även betydelse för elevernas uppfattningar om att de själva kan hjälpa andra. Alla elever i undersökningsgruppen uppgav att de hjälper andra i gruppen om dessa inte förstått, medan motsvarande andel i jämförelsegruppen var 65 %. Även skolvisa jämförelser visar på en stor

diskrepans mellan fördelningen av uppfattningar i undersökningsgruppen och skolorna i jämförelsegruppen, med ett undantag. Vid traditionella laborationer finns kanske inte samma behov av att förklara för de andra, genom att laborationen är mer eller mindre tillrättalagd. Behovet av att gemensamt svara på en utmaning och att klara av den kan för den enskilda eleven ge upplevelser av att behövas och att kunna bidra till genomförandet av uppgiften på ett sätt som de andra haft hjälp och nytta av. En av eleverna i undersökningsgruppen uttryckte det så här: ”inte vet jag liksom allt som de vet och inte vet de det som jag vet utan vi vet liksom olika”. En annan elev sade att ”man kan lära sig av alla”, d.v.s. det är inte bara elever som klarar sig bra som kan vara till hjälp för de andra utan även en svagare elev kan hjälpa någon annan. En känsla av att själv kunna bidra till att någon annan förstår lite bättre kan inverka positivt såväl på elevens självuppfattning som på hennes motivation.

11 Resultat: De öppna laborationerna och läraren

I detta kapitel beskrivs lärarens roll vid de öppna laborationerna, dels utgående från några exempel på dialogen mellan läraren och grupperna vid de öppna laborationerna, dels utgående från lärarens egen uppfattning om sin roll, samt från hennes syn på elevernas roll. Mina resultat bygger på inspelningar från laborationsdiskussionerna samt på de två intervjuer med läraren som jag genomförde, den ena före kemikursen och den andra efter kursen. Ytterligare ingår en komplettering av resultaten genom att resultat från elevernas självutvärdering presenteras.

I kapitel 6.4.2 har jag kort presenterat Maja, läraren i denna undersökning, och hur hon själv före undersökningen såg på eleverna, på sin egen undervisning samt på laborationen i kemiundervisningen. Majas syn på eleverna före kemikursen utmärktes dels av en tilltro till deras förmåga att själva ta ett större ansvar än vad som krävs i en traditionell laboration, dels av att hon uppfattade att eleverna kan lära sig bättre genom att själva komma underfund med hur någonting fungerar. Majas uppfattningar syntes i hennes undervisning i samband med de öppna laborationerna på flera sätt. För det första gav hon eleverna tid för de olika momenten. För att grupperna inte skulle låta sig stressas av att andra grupper planerat färdigt och påbörjade det praktiska arbetet, var grupperna tvungna att invänta varandra innan de inledde det praktiska arbetet. De öppna laborationerna genomfördes alla under s.k. dubbellektioner, d.v.s. för laborationerna reserverades 90 minuter lektionstid.

Gruppernas planering av de öppna laborationerna präglades av stor självständighet. I de inspelade gruppdiskussionerna ingår väldigt få diskussionspass med Maja, vilket kan ses som en indikation på självständigheten. Maja fanns dock hela tiden i klassen och gick runt bland grupperna för att vara tillgänglig. Utmärkande för hennes kommunikation med eleverna var att hon i allmänhet valde att inte direkt svara på elevernas frågor, utan bollade tillbaka frågorna till eleverna och försökte uppmuntra grupperna att göra sina egna val och fatta sina egna beslut, inte hennes. Genom att ställa frågor som utmanade

elevernas eget tänkande strävade hon efter att eleverna själva skulle hitta svaren på sina frågor. Till exempel i laborationen om försurning var en av grupperna osäker på vilka mängder de skulle använda av såväl kalk som syra. I stället för att svara genom att ange för eleverna färdiga kvantiteter försökte Maja få eleverna att själva tänka ut lämpliga mängder genom att få dem att fundera på försurningen i verkligheten:

Olivia: Hur mycket svavelsyra ska man stoppa i?

Maja: Det väljer ni själva. Om ni tänker att det bildas av rök i luften.

Fundera själva hur mycket ni tror verkar rimligt på en så liten mängd jord.

I ett annat exempel kan man se att hon i stället för att påpeka fel eller brister i elevernas undersökningar försökte få gruppens medlemmar att själva se bristerna och därmed kunna utveckla sitt försök.

Maja: Hör ni vad är det som ni har som konstant?

Sixten: Vattenmängden

Maja: Har ni det?

Sixten: Nä

Sixten hade i detta fall klart för sig att vattenmängden i deras experiment borde hållas konstant, men i praktiken hade gruppen inte tänkt på detta då de påbörjade försöket. I stället för att säga att gruppen gjort ett fel valde läraren att kasta en fråga till gruppen vilket fick Sixten att inse felet. Maja valde på detta sätt rollen av en handledare, som tror på elevernas förmåga att själva ta ansvar för problemlösningen och att själva kunna upptäcka eventuella misstag. Hennes roll var att vid behov ställa de rätta frågorna och inte att tala om för eleverna att de gjort fel och berätta hur de borde göra.

Majas sätt att arbeta i klassen utmärktes även av flexibilitet. Då arbetet med en öppen laboration inte framskred som hon föreställt sig kunde hon gripa in för att hjälpa eleverna vidare, utan att för den skull gå in i rollen av den styrande ledaren som säger hur laborationen skall genomföras. Planeringen av laborationen "Kalkning av försurad mark" visade sig vara svår. Eleverna hade inte från tidigare någon erfarenhet av att hantera konstanter och

variabler i en undersökning, vilket säkert bidrog till svårigheterna. Då Maja märkte vilka problem flera av grupperna hade i sin planering valde hon att efter ca 15 minuters planeringstid avbryta gruppernas planering för en stund. Varje grupp fick i tur och ordning berätta för resten av klassen hur de planerade att genomföra sin undersökning. På detta sätt fick grupperna möjlighet att ta idéer av varandra och själva förbättra sin plan utan att någon sagt åt dem hur de borde göra och utan att Maja själv behövde berätta hur eleverna ”borde” göra. Efter den gemensamma genomgången fick grupperna ytterligare några minuter på sig att planera innan de påbörjade det praktiska arbetet. Alla grupper fick nu tack vara denna genomgång sin planering slutförd.

Utmärkande för Majas sätt att kommunicera med grupperna under denna genomgång var att hon försökte ställa de ”rätta frågorna”, frågor som hjälpte eleverna att fokusera rätt.

Maja: Så först sätter ni i syran sen sätter ni i kalken rör om och så sätter ni i fröna? ... Har ni bestämt något om mängder?

Elev: Ett glas jord och kanske en tesked svavelsyra

Maja: Ska du bara göra en burk?

Elev: Kanske två

Maja: Sätter du en tesked syra i båda burkarna?

Elev: Hmm kanske i en till att börja med

Maja: Vad sätter du i den andra?

Elev: Kanske kalk

Maja: Får du svaret på om kalken hjälper mot försurning om du sätter kalk i den ena och syra i den andra?

Elev: Sätter kalk i en och svavelmängden samma i båda.

Maja: Okej

Maja använde själv metaforer som ”läraren som handledare” och ”läraren som stödperson” för att beskriva hur hon själv upplevde sin egen lärarroll vid de öppna laborationerna. Eleverna beskrev hon som ”forskare” eller ”problemlösare”. Hennes undervisning bygger på att hon vågar lita på eleverna och, som hon själv uttrycker det, ”vågar släppa eleverna fria”. Hennes

formulerade strävan efter att eleverna skall komma fram till svar genom sitt eget tänkande genomsyrade hennes dialog med eleverna.

Maja uppgav före kursen att hon i sin undervisning försöker använda laborationerna induktivt på så sätt att resultaten och slutsatserna från laborationen skall leda fram till teorin. I laborationen där eleverna skulle undersöka om massan förändras eller förblir konstant vid en kemisk reaktion använde hon den öppna laborationen induktivt. Detta var inte helt lätt. Eleverna hade egna hypoteser som varierade inom grupperna. Vissa elever trodde att ämnena som bildas väger mindre än ursprungsämnena, andra att de väger mera och en del att de väger lika. Trots flera vägningar fick någon grupp ett resultat som visade att reaktionsprodukterna vägde mindre än utgångsämnena, vilket ju bekräftade för elever med en felaktig förhandsuppfattning att ”de ju hade rätt”. Genom att låta reaktionen ske i slutna provrör kom småningom de flesta grupperna till korrekt resultat. Flera av eleverna hade dock svårt att acceptera resultatet. Vid genomgången och diskussionen av laborationsresultaten valde Maja att med hjälp av modeller utmana elevernas tänkande och försöka hjälpa dem att tänka på reaktionerna på mikronivå för att förstå resultaten. Flera av eleverna hade fortfarande svårt att acceptera resultatet. Maja lät då eleverna själva beskriva sitt tänkande och gav dem en möjlighet att förklara för klassen. Elin förklarade resultaten från sin grupp i princip på följande sätt: ämne 1 har massan m_1 ämne 2 har massan m_2 . Då vi blandar ämnena blir blandningens massa mindre än $m_1 + m_2$. Sixten, som arbetat i samma grupp, påpekade då för henne att en del ju far upp i luften, d.v.s. att gas försvinner och inte finns med vid vägningen. Detta resulterade i en diskussion om gaser och att gaser har massa. Maja avslutade diskussionen med en känsla av att alla nog ännu inte förstått. I teoriavsnittet i V-diagrammen antecknades nu gemensamt i klassen att ”i kemiska reaktioner väger ämnena som reagerar tillsammans samma som det/de ämnen som bildas, atomerna försvinner inte”. Trots de uppenbara problem eleverna hade i sin förståelse visar resultaten från deras självutvärdering i alla fall att en klar majoritet av eleverna efter laborationen upplevde att de förstått (tabell 11.1 och 11.2). Ungefär hälften av eleverna svarade, då de med egna ord skulle formulera vad de lärt sig, att de lärt sig att massan inte förändras i en kemisk reaktion och ytterligare några uppgav att de lärt sig att gas väger (har massa).

Tabell 11.1. Elevernas självvärdering av sitt lärande efter laborationen ”Massans konservering”.

Jag tycker att jag lärde mig av uppgiften	
Svarsalternativ	Antal elever
Mycket	5
Ganska mycket	7
En del	5
Litet	1
Ingenting	0
Totalt	18

Tabell 11.2. Elevernas självvärdering av sin förståelse efter laborationen ”Massans konservering”.

Jag förstår uttrycket ”massan ändrar inte i en kemisk reaktion”	
Svarsalternativ	Antal elever
Jag kan förklara för andra	5
Jag förstår bra själv vad det betyder	8
Jag tror jag vet vad det innebär	6
Jag är inte säker på om jag förstår begreppet	1
Jag förstår inte alls	0
Totalt	20

För Maja innebar arbetet med de öppna laborationerna och hennes medverkan i detta forskningsprojekt att hon delvis kom till nya insikter om sin egen undervisning men även om elevernas lärande. Maja hade själv uppfattat att hon t.ex. använt laborationen ”Separera sand och salt” som en öppen laboration. I den öppna form som eleverna i denna klass fick arbeta med problemet dök det dock upp elevuppfattningar som hon inte hade konfronterats med tidigare i samband med denna laboration. Eftersom eleverna i den här klassen tidigare indunstat en kopparsulfatlösning hade hon tagit för givet att de skulle inse att salt kan separeras från saltvatten genom indunstning. Maja beskriver sin upplevelse så här:

”...plötsligt kunde inte eleverna förstå hur dom sku få den där laborationen färdig samma dag för att om dom koka bort vattnet så sku saltet följa med. Det där var nog en aha-upplevelse för mig. Jag liksom tänkte att det var ju självklart att de skulle förstå att saltet var där. Och jag hade ju ändå gjort den där laborationen någorlunda öppen förr, märk väl någorlunda öppen, inte så pass ändå som det här blev, och har aldrig

stött på den där frågeställningen förr, och nu var det faktiskt flera grupper som ifrågasatte det där; men saltet följer ju med!”

Maja insåg att hon som lärare både medvetet och omedvetet tidigare styrt eleverna för att de skulle klara av laborationen, även då hennes intention varit att laborationen skulle vara öppen. Då läraren styr laborationen gör hon det för att eleverna skall komma fram till ett specifikt resultat, det rätta svaret. Majas syn på detta hade förändrats. I de öppna laborationerna är det inte självklart att eleverna når samma resultat eller att de kommer till det ”optimala” resultatet. Detta lyfte hon fram som en styrka med de öppna laborationerna; ”...deras [elevernas] resultat kompletterar varandra och blir egentligen till något större”. Samtidigt såg hon detta som något som många lärare kan uppfatta som problematiskt. Enligt Majas uppfattning anser många lärare att syftet med en laboration är att eleverna skall komma till rätt svar och därför måste den styras. Hon upplever dock mångfalden i resultaten möjligheter till diskussioner i klassen om ”vad som gick fel” och ”vad som gick rätt” och ligger därför närmare forskning än vad en traditionell laboration gör. Mångfalden ger ”en bredare front på resultat, alltså får man egentligen mer ut av det, liksom både vad som gick fel och vad som gick rätt, så som ju forskning är”. Diskussionen efter laborationen blir då oerhört viktig. De öppna laborationerna är samtidigt tillfällen då eleverna under arbetets gång får arbeta mer i enlighet med de sätt man arbetar på i ett laboratorium. Eleverna måste själva bestämma vilken utrustning de skall ha, vilka mängder kemikalier de skall använda och hur de skall presentera sina resultat.

Maja visade från början en stor tilltro till elevernas egen förmåga. Hon beskrev efter kursen eleverna i de öppna laborationerna som ”små forskare” eller ”problemlösare”, en roll som hon upplevde att eleverna trivs i. Majas uppfattning var att då eleverna själva måste forska stimuleras deras logiska tänkande, och då de själva måste ta initiativ minns de bättre vad de gjort. Samtidigt lär de sig teorin bättre. Maja uppfattade även att de öppna laborationerna har en betydelse för elevernas självkänsla och intresse. En utmaning som kanske gör eleverna osäkra då de inte direkt vet svaret kan påverka självkänslan positivt, då de märker att de klarar av utmaningen.

Trots att Maja hade positiva förväntningar på eleverna tyckte hon att de arbetade bättre med de öppna laborationerna än hon förväntat sig, och att majoriteten av eleverna klarade av de öppna laborationerna bättre än väntat. Under de öppna laborationerna arbetade grupperna *mera intensivt, mer i samverkan med varandra* än vid traditionella laborationer. För oroliga elever, som har svårt att koncentrera sig, kan de öppna laborationerna vara svåra, enligt Maja. Dessa laborationer ställer även krav på gruppernas sammansättning. Om en grupp består av flera försiktiga elever med svag självtillit kan en öppen laboration bli problematisk eller svår för gruppen.

För Maja innebar försöket med de öppna laborationerna i undervisningen att hon vill utvecklas och gå vidare med denna form av undervisning. För henne var den växelverkan med eleverna, som arbetet med de öppna laborationerna ledde till, positiv och fick henne att uppleva att eleverna själva de facto ger mer än vad hon ger.

12 Resultat: V-diagrammet och de öppna laborationerna

Kapitel 12 innehåller en redovisning av hur V-diagrammen användes av läraren Maja samt hur elevgrupperna använde V-diagrammen då de planerade sin undersökning. Ytterligare redovisar jag för elevernas och lärarens uppfattningar om och attityder till V-diagram efter att de arbetat med dem under kemikursen. Resultaten grundar sig på videoinspelningarna av lektionerna med öppna laborationer, inspelningarna av elevdiskussioner vid planeringen av laborationerna, elevernas enkätsvar samt intervjuerna med eleverna och läraren efter kemikursen. I detta kapitel presenteras även resultaten från elevernas svar på en provfråga med anknytning till öppna laborationer och V-diagram.

12.1 Användningen av V-diagram vid de öppna laborationerna

Eleverna fick i samband med introduktionen till varje öppen laboration ett V-diagram (bilaga 8). Varje elev fyllde i ett eget diagram i samarbete med de andra eleverna i laborationsgruppen. Maja utnyttjade V-diagrammen enligt två olika undervisningsmodeller.

Den första modellen byggde på ett induktivt arbetssätt. Vid de laborationer där Maja bedömde att eleverna hade tillräckliga kunskaper från tidigare för att själva kunna planera och genomföra sin undersökning gjordes inga gemensamma anteckningar i V-diagrammen förrän elevgrupperna började sin planering. Efter den praktiska delen, i samband med genomgången av resultaten, sammanfattade Maja den förklarande teorin i V-diagrammets teoridel.

Enligt den andra modellen inledde Maja med att behandla en bakgrundsteori som hon uppfattade som nödvändig för att eleverna skulle förstå laborationen. Laborationen "Kalkning av försurad mark" inleddes med en teorigenomgång

av hur sura regn och försurning i naturen uppkommer. Denna teori användes som teoridel i V-diagrammet och antecknades i samband med genomgången innan elevernas egen planering påbörjades.

Då Maja genomfört introduktionen och eleverna ställts inför utmaningen fick grupperna, innan de började arbeta med laborationens praktiska del, göra sin planering. Vid planeringen skulle de i sitt V-diagram göra anteckningar i följande fält: ”Detta ska jag ta reda på”, ”Så här skall jag göra”, ”Dessa saker behöver jag” samt ”Detta kan vara farligt”. Ytterligare uppmanades grupperna att tänka på viktiga begrepp och skriva in dessa i V-diagrammet. Vid två av laborationerna skulle eleverna dessutom skriva ner sin egen hypotes, innan gruppen påbörjade planeringen.

I den högra tredjedelen av V-diagrammet fyllde grupperna själva i sina resultat. I samband med den första öppna laborationen, ”Separera sand och salt”, gjordes dock en gemensam sammanfattning under ”praktiska slutsatser” som gällde utvinning av salt ur havsvatten, d.v.s. en tillämpning av den separationsmetod (indunstning) som eleverna använt i sin laboration. Vid laborationen ”kalkning av försurad mark” hade Maja försett V-diagrammen med en tabellruta som eleverna kunde använda för att sammanställa sina resultat.

Maja hade inte tidigare erfarenheter av V-diagram. Hon hade undvikit rapportskrivning i samband med laborationerna i högstadiet eftersom hon upplevde att detta speciellt för elever med skrivsvårigheter kunde vara frustrerande. Hon hade dock positiva förväntningar på V-diagrammen, men var samtidigt rädd för att det skulle vara svårt att använda dem.

Majas egen förståelse för V-diagram och deras potential i undervisningen utvecklades medan hon arbetade med dem under kemikursen. Efter kemikursen beskrev hon arbetet med diagrammen så här: ”Ja det är ju liksom en rundgång i det här V-diagrammet. I ett fall börjar man i mitten, i ett annat fall börjar man på ett annat ställe, men hela vägen blir det så man cirkulerar i det här diagrammet fram och tillbaka”. Denna möjlighet att använda V-diagrammen flexibelt utgående från de aktuella behoven blev en sorts aha-upplevelse och en positiv erfarenhet; ”...sen så har man ju liksom förstått

bättre meningen med dem och att man inte nödvändigtvis måste börja på det ena eller det andra stället vilket jag liksom undermedvetet förstått... ”.

Också eleverna eller elevgrupperna använde V-diagrammen på två olika sätt i samband med att de planerade sin undersökning. Det första sättet innebar att en grupp helt och hållet utgick från V-diagrammet och lät diagrammet styra eller vägleda dem i vad de skulle göra. Exempelvis Grupp OJE började en planering på följande sätt:

Olivia: *Begreppen*

Jenny: *Va skriver du nu?*

Ellen: *Va skriver du nu?*

Olivia: *Men vänt' nu. He ska vi se nu då. Begrepp.*

Jenny: *Förurning. Vad har du skrivit där?*

Olivia: *Variabel*

Gruppens diskussion utgick i detta fall helt från rubrikerna i V-diagrammet och fokus var på vad gruppen skulle anteckna i diagrammet. En del elever beskrev efter kursen nyttan med V-diagrammen såhär: ”man sku ju int skriva egna rubriker det fanns rubriker”, d.v.s. strukturen och de färdiga rubrikerna var till hjälp för eleverna då de funderade på vad de skulle anteckna.

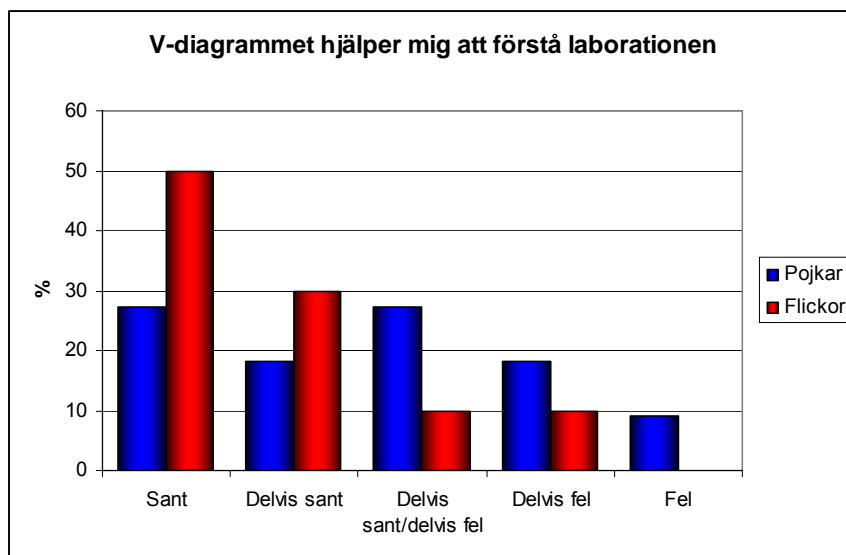
Det andra arbetssättet innebar att grupperna inledde sin planering utan en tydlig utgångspunkt i V-diagrammet. Dessa grupper startade med att diskutera problemet och försökte diskutera sig fram till hur de skulle lösa uppgiften. Först då de kommit fram till en plan skrev de ner sin plan i V-diagrammet. En av eleverna beskrev det så här: ”...vissa gånger så först gick vi igenom hur vi skulle göra och så skrev vi ner alltihop då... ”.

Planeringen skedde gemensamt inom grupperna och inte så att någon enskild gruppmedlem dikterade vad som skulle göras och skrivas, även om elevernas förståelse för hur de skulle gå till väga var olika. Det gemensamma arbetet beskrevs bl.a. på följande sätt: ”vi funderade lite allihopa vi sa då mest vad vi sku skriva och så skrev allihopa då men vi satt och funderade allihopa och så skrev allihopa”. Grupperna behövde inte låsa sig vid en nedskrivna plan utan kunde frigöra sig och göra förändringar då de märkte att planen behövde

ändras: ”det var ganska kul då man fyllde i *Så här ska jag göra* så man kunde ändra så mycket innan laborationen var klar. Så fick man nästan sudda ut allt tillbaka och skriva om allt ... man kom på då man höll på”. Arbetssättet med V-diagrammen kom på så sätt att spegla forskning som den sker i verkligheten, där revideringar och förbättringar sker kontinuerligt under hela forskningsprocessen.

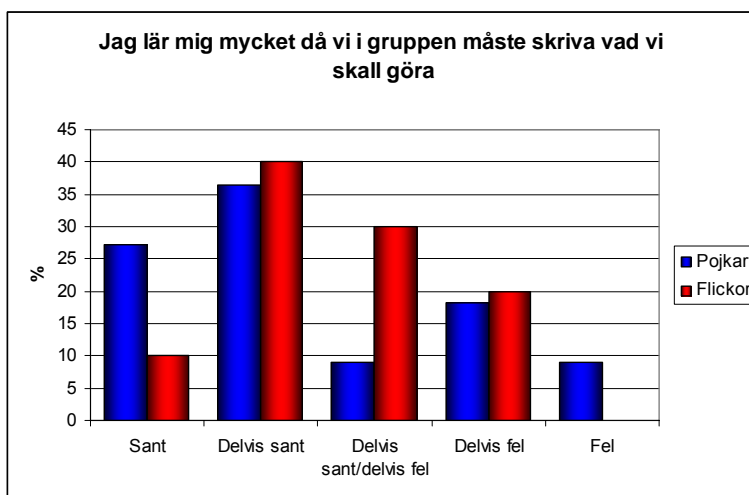
12.2 Uppfattningar om V-diagram och attityder till dem efter kemikursen

Elevenkäten efter kemikursen innehöll tre frågor som berörde V-diagrammet och skrivandet i samband med de öppna laborationerna. Frågorna gällde elevernas uppfattningar om V-diagrammets och skrivandets betydelse för deras förståelse och lärande, samt deras uppfattning om nyttan av V-diagrammen. Eftersom det förekom skillnader mellan flickornas och pojkarnas uppfattningar, har jag i detta fall valt att dela upp resultaten efter kön. Enkätresultaten har jag fördjupat genom elevernas svar och kommentarer från elevintervjuerna.



Figur 12.1. Elevernas uppfattningar om V-diagrammens betydelse för förståelsen (totalt 11 pojkar och 10 flickor).

I figur 12.1 kan man se att framför allt flickorna upplevde att V-diagrammen var till hjälp i deras förståelse. Åtta av flickorna svarade positivt medan fem av pojkarna gav ett positivt svar och tre av pojkarna svarade negativt. Svarsfördelningen på denna fråga skiljer sig från svarsfördelningen på frågan som berörde elevernas uppfattning om de lär sig i gruppen då de måste skriva vad de skulle göra (figur 12.2). På den senare frågan svarade en större andel av pojkarna positivt (8 av 11 stycken) än andelen flickor (5 av 10 stycken). Samtidigt kan man konstatera att det bland pojkarna fanns en större spridning av svaren på båda frågorna mellan de olika svarsalternativen. De könsrelaterade skillnaderna i svaren kan belysas utgående från elevernas intervju svar. Elevernas tillfrågades i intervjun om deras uppfattningar gällande nyttan av V-diagram. Elevernas svar har jag delat in i sex kategorier (tabell 12.1). Tabellen visar att det fanns vissa könsskillnader i uppfattningar. Bland klassens pojkar beskrev de flesta V-diagrammen som en form av ”vägkarta”, d.v.s. ett hjälpmedel som fungerade som guide under själva laborationen. En av pojkarna uttryckte det så att V-diagrammet var bra för att ”man ser ju vad det ska stå”. V-diagrammets funktion var då i samband med planeringen och skrivandet och innebar ett stöd i detta skede.



Figur 12.2. Elevernas uppfattningar den skriftliga planeringens betydelse för lärandet (11 pojkar och 10 flickor).

Av flickorna uppgav hälften att de hade nytta av V-diagrammen då de läste till prov, vilket innebär att de såg en annan dimension av V-diagrammen,

d.v.s. nyttan av diagrammen i ett senare skede av kursen. I detta skede kan en ny förståelse ha utvecklats, då eleven med hjälp av diagrammet gick igenom det klassen gjorde i samband med laborationen och såg kopplingen mellan teori och praktik. Maja bekräftar ur sitt lärarperspektiv de båda ovannämnda aspekterna på V-diagrammen som en styrka hos diagrammen: dels utgör de ett stöd för eleverna då de skall genomföra laborationen, dels bildar diagrammet en helhet med teori, beskrivning och resultat samlat på ett papper, vilket kan vara till hjälp för eleverna i deras förståelse och i samband med provläsning.

Tabell 12.1. Elevernas uppfattningar om nyttan av V-diagram.

Svar	Antal svar*)	
	pojkar	flickor
"Vägkarta" – vet vad man ska göra	6	4
Koppling till teorin	3	3
Nytta vid provläsning	1	5
Ger helhetsbild	2	0
Bra för minnet / förståelsen att skriva	1	1
Annat	1	4

*) De enskilda eleverna kunde ge flera olika svar.

Eleverna i denna undersökning hade möjlighet att arbeta med V-diagram under en förhållandevis kort tid. Elevernas intervjusvar visar att speciellt "Begrepp" utgjorde ett fält i V-diagrammen som beredde svårigheter (tabell 12.2). Elva av klassens elever lyfte fram begreppen som något de upplevde som svårt. Problemen kom också fram medan eleverna arbetade med V-diagrammen och de öppna laborationerna. Majas intention var att eleverna redan i planeringsstadiet skulle fundera på och skriva ner begrepp som de uppfattade som viktiga för sin undersökning. Då hon vid den första laborationen ("Separera sand och salt") upptäckte att eleverna hade svårt att förstå vad som menades med begrepp valde hon vid genomgången efter laborationen, då klassen antecknat en gemensam teori i diagrammen, att i dialog med klassen ringa in sådana ord som var begreppsord. Efter detta fick eleverna själva fundera på vilka begreppsord som var väsentliga i deras egen undersökning och välja dessa ord under rubriken "Begrepp" i sitt eget V-diagram.

Tabell 12.2. Elevernas uppfattningar om problem med V-diagram.

Svar	Antal svar*)	
	pojkar	flickor
Begrepp	4	7
Praktiska slutsatser	3	2
Teori	3	1
Slutsatser	2	1
Så här ska jag göra	1	1

*) De enskilda eleverna kunde ge flera olika svar.

I elevernas kursprov i slutet av kemikursen ingick en fråga som relaterade till V-diagrammen och de öppna laborationerna. Denna provfråga var formulerad som en forskningsfråga i ett V-diagram, där eleverna skulle besvara frågan genom att fylla i fälten ”Så här tänker jag göra”, ”Det här behöver jag” och ”Begrepp” (se figur 12.3).

Detta ska jag ta reda på:
Är karamellfärgen en blandning av olika färger?

Begrepp: / 2 p

Så här tänker jag göra: / 3 p

Det här behöver jag: / 2 p

Figur 12.3. Provfråga med anknytning till V-diagram och öppna laborationer.

Eleverna skulle i en provfråga planera en undersökning av karamellfärg där de skulle ta reda på om färgen var en blandning av olika färger. Elevernas svar bedömdes så att begreppen och planeringen av utrustning vardera maximalt kunde ge 2 poäng, medan planeringen av själva genomförandet

kunde ge 3 poäng. I tabell 12.3 finns en sammanställning över poängfördelning för respektive frågedel.

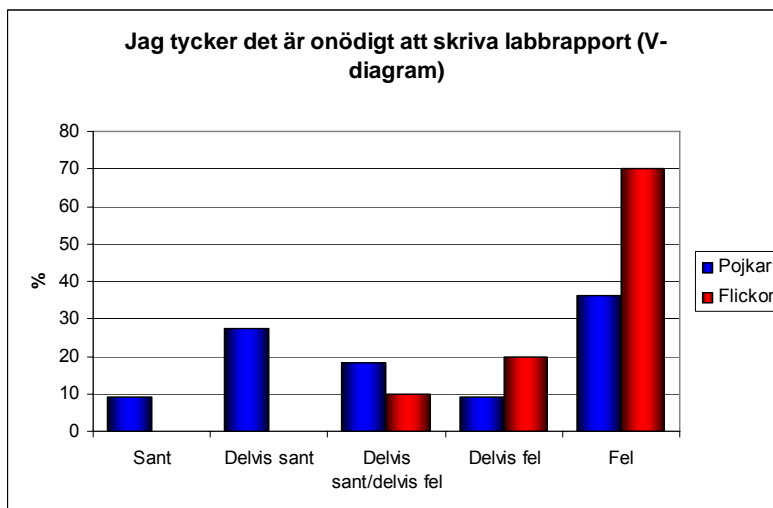
Tabell 12.3. Poängfördelning av elevsvaren i provfråga med anknytning till V-diagram och öppna laborationer.

	Max. poäng	Antal elever med 2,5–3 p	Antal elever med 1,5–2 p	Antal elever med 1p	Antal elever med 0–0,5 p
Så här tänker jag göra	3	12	4	2	3
Det här behöver jag	2		16	1	4
Begrepp	2		6	10	5

Ur tabell 12.3 kan man se att majoriteten av eleverna mycket väl klarade av att på egen hand planera undersökningen, samt att tänka ut vilken utrustning de behövde för att genomföra undersökningen. Provsvaren visar samtidigt att begreppen fortfarande var det som vållade mest problem och var det område där många elevers förståelse fortsättningsvis var bristfällig.

Det andra fältet i V-diagrammet som av fem elever lyftes fram som svårt var de praktiska slutsatserna. Detta fält fyller funktionen att koppla samman resultaten i laborationen med världen utanför kemilaboratoriet. Även om laborationerna i denna undersökning hade en koppling till verkligheten var det ändå inte helt lätt för eleverna att dra de praktiska slutsatserna. För läraren var användningen av V-diagram ny vilket, gjorde att hon kände en viss osäkerhet inför användningen av diagrammen som kan ha påverkat eleverna.

Den sista enkätfrågan som berörde V-diagrammen gällde elevernas uppfattning om nödvändigheten med att skriva en laborationsrapport, eller i detta fall V-diagram (figur 12.4).



Figur 12.4. Elevernas uppfattningar om laborationsrapporten (V-diagrammen) efter kursen.

Svaren på denna fråga visar en klar skillnad i uppfattning mellan pojkarna och flickorna. Nio av flickorna ställde sig positiva till att skriva V-diagram och ingen ansåg att det var onödigt att skriva V-diagram, medan endast fem av pojkarna svarade positivt och fyra tyckte att det var onödigt. Svaren kan eventuellt tolkas så att det rent allmänt finns skillnader i attityder till skrivande mellan pojkar och flickor. Pojkar upplever kanske att det viktiga i laborationen är det man gör och att skrivandet leder till att man måste anteckna även sådant som man upplever som självklarheter. Mattias uttryckte det så här: ”varför ska man behöva skriva vad man ska använda och vad som kan vara farligt ... nä det tyckte jag inte nå om int ...man vet ju det från förr ... varför ska man behöva skriva sånt då”. Unni, som i enkäten inte tog ställning till frågan sade i intervjun så här; ”Jag tyckte det var ganska onödigt liksom nånting man bara skriver upp för inte läser man på dem så där man bara skriver upp”. Unni upplevde uppenbarligen inte att V-diagrammen var användbara i samband med laborationen och inte heller något hon hade användning för t.ex. vid provläsningen.

Trots att det bland eleverna uppkom kritiska synpunkter på V-diagram och på nödvändigheten av att skriva i samband med laborationerna kan man ändå

konstatera att andelen positiva svar på de tre frågor som berörde skrivandet och V-diagrammen klart övervägde andelen negativa svar (tabell 12.4). Över hälften av eleverna svarade positivt på de tre frågorna, medan endast en femtedel valde ett negativt svarsalternativ. Som jag tidigare konstaterat kräver V-diagrammen tid för att eleverna (och även läraren) skall utveckla sin förståelse för dem, men resultaten i denna undersökning visar att många elever trots detta hann utveckla positiva uppfattningar redan under den korta period denna undersökning pågick.

Tabell 12.4. Elevernas uppfattningar om och attityder till V-diagram efter kursen.

Fråga	Svarsalternativ	Undersökningsgruppen %
V-diagrammet hjälper mig att förstå laborationen	sant+delv.sant	62
	delv.sant / delv.fel	19
	delv.fel+fel	19
Jag lär mig mycket då vi i gruppen måste skriva vad vi ska göra	sant+delv.sant	57
	delv.sant / delv.fel	19
	delv.fel+fel	23
Jag tycker det är onödigt att skriva labbrapport (V-diagram)	sant+delv.sant	19
	delv.sant / delv.fel	14
	delv.fel+fel	67

Enligt Maja krävs det av en lärare som vill börja använda V-diagram i sin undervisning att hon eller han är beredd att ”gå in i det med hull och hår”. Enligt henne kan man som lärare inte bara prova någon gång på att använda V-diagram, kanske märka att det inte gick så bra och därefter lämna diagrammen. V-diagrammet upplevdes efter kursen av Maja som ”ett otroligt redskap” som hon räknar med att använda även i fortsättningen.

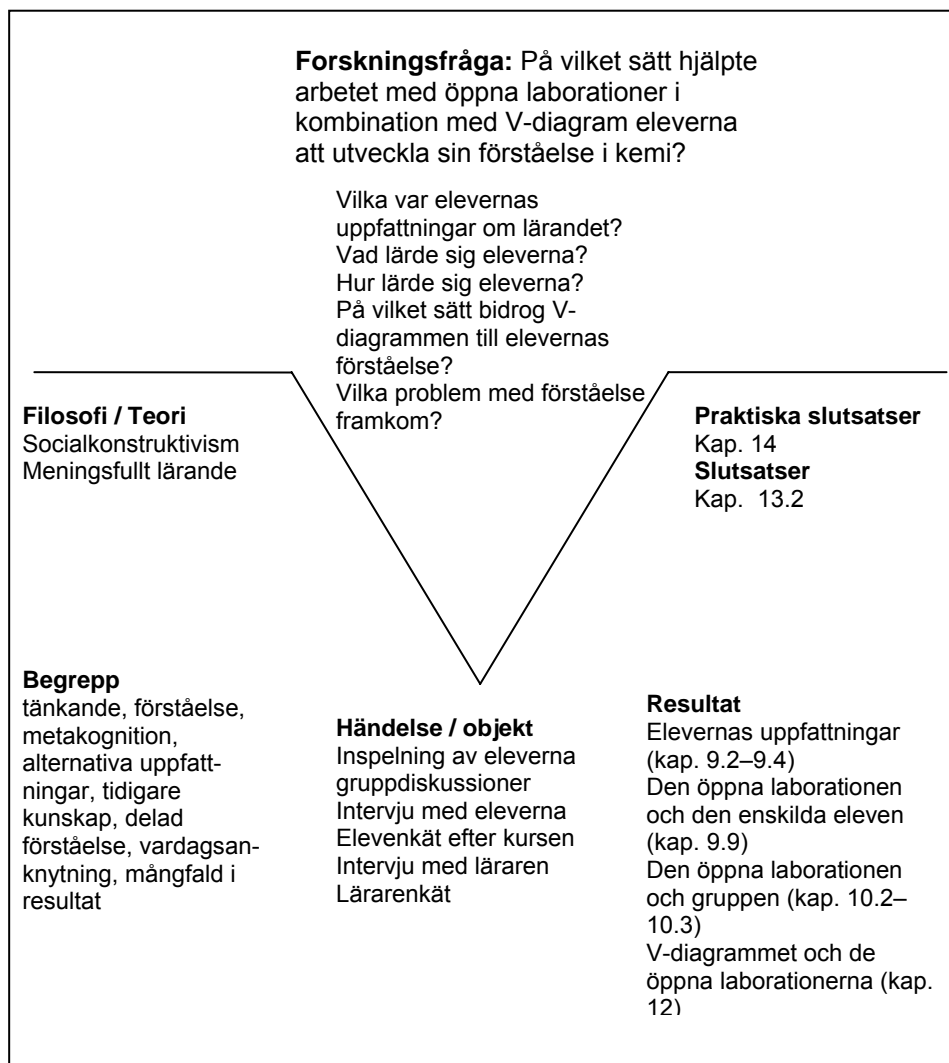
13 Analys och validering

13.1 Forskningsfrågor och deras inramning

I detta avsnitt besvaras forskningsfrågorna mot den teoretiska bakgrund som undersökningen bygger på, samt utgående från resultaten från datainsamlingen. Forskningsfrågorna presenteras i V-diagram, ur vilka den teoretiska förankringen och de metoder som använts för datainsamlingen framgår. V-diagrammen innehåller ytterligare hänvisningar till de resultatavsnitt som utgör grunder för analysen och slutsatserna.

För att belysa V-diagrammets användning som ett forskningsverktyg skall jag kort beskriva innehållet i diagrammet för den första av nedanstående forskningsfrågor, d.v.s. frågan som berör sambandet mellan elevernas förståelse i kemi och användningen av öppna laborationer och V-diagram (figur 13.1).

Den övergripande frågeställningen är uppdelad i fem mera specifika frågor, vilket framgår överst i mitten av diagrammet, i fältet ”forskningsfråga”. Den teoretiska grunden för dessa frågor utgörs av socialkonstruktivism och meningsfullt lärande och de centrala begrepp som används i analysen anges nederst på den teoretiska och begreppsliga sidan. V:et i diagrammet pekar på de datakällor som utnyttjats för att besvara forskningsfrågan. Nere i diagrammets högra metodologiska del anges var i avhandlingen resultaten som används för att besvara den aktuella frågan redovisas, i detta fall i kapitel 9, 10 och 12. Ovanför, under rubriken ”Slutsatser”, anges i vilket avsnitt slutsatserna och analysen återfinns. Under ”Praktiska slutsatser” hänvisas till kapitel 14, som innehåller implikationer för undervisningen i kemi samt för fortsatt forskning på området. I figurerna 13.2–13.4 presenteras på motsvarande sätt de övriga forskningsfrågorna.



Figur 13.1. Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 1.

13.2 Öppna laborationer med V-diagram och elevernas förståelse i kemi

13.2.1 Elevernas uppfattningar om lärandet

Flera forskare framhåller vikten av att laborationerna är tillfällen då elevernas eget tänkande kan utvecklas (se t.ex. Gunstone & Champagne, 1990; Berry, 1999). Driver (1985, s. 82) lyfter fram betydelsen av öppna undersökningar med tanke på elevernas utvecklande av sitt rationella tänkande, vilket samtidigt kan ha en positiv inverkan på deras självkänsla. Resultaten i denna undersökning visar att en klar majoritet av eleverna som arbetat med öppna laborationer och V-diagram under sin kemikurs upplevde att de *lärt sig mycket* under kemitimmarna och av laborationerna och att de *förstått* det som tagits upp i kemin och under laborationerna. Det fanns anmärkningsvärda skillnader mellan undersökningsgruppen och jämförelsegruppen, så att andelen positiva svar gällande den egna förståelsen var betydligt högre i undersökningsgruppen. Även skolvisa jämförelser visar att andelen positiva uppfattningar i undersökningsgruppen totalt sett var högre. Skillnaderna mellan de båda grupperna kan åtminstone delvis sammankopplas med de olika laborativa erfarenheterna som de båda grupperna hade. Utgående från lärarnas enkätsvar är det uppenbart att eleverna i jämförelsegruppen inte hade någon nämnvärd erfarenhet av öppna laborationer. Detta överensstämmer även med resultaten i Akselas & Juvonens (1999) undersökning, som visade att lärarna föredrar välstrukturerade laborationer. Min egen undersökning av läromedel i kemi för grundskolan visar också att läromedlen innehåller ytterst få öppna laborationer (Kurtén-Finnäs, 2000). V-diagram förekom vid tidpunkten för denna undersökning inte alls i de finlandssvenska läromedlen, vilket med största sannolikhet innebär att eleverna i jämförelsegruppen inte hade arbetat med V-diagram.

Ett lärande som innebär att eleverna upplever att de förstår kan sammankopplas med tänkande. Elevernas eget tänkande är en förutsättning för ett *meningsfullt lärande*. Ur ett konstruktivistiskt perspektiv innebär lärandet att individen själv konstruerar kunskap (Tobin & Tippin, 1993), vilket förutsätter en mental aktivitet, eller med andra ord, ett eget tänkande. Såväl av elevernas enkätsvar som av deras intervjusvar framgick att en klar majoritet

av eleverna i undersökningsgruppen upplevde att de *måste tänka mycket* i samband med de öppna laborationerna och att tänkandet de facto var utmärkande för denna typ av laborationer. De öppna laborationerna innebar att eleverna ställdes inför problem som de själva måste lösa för att kunna genomföra laborationen. Elevernas uppfattningar om öppna laborationer som tankekrävande bekräftas av lärarens uppfattning, ty enligt henne utgjorde de öppna laborationerna utmaningar som hjälpte eleverna att utveckla sitt logiska tänkande. I detta avseende var uppfattningarna i jämförelseguppen avsevärt annorlunda. Dels var andelen elever som ansåg att de måste tänka mycket då de laborerade lägre än i undersökningsgruppen, dels fanns det elever som ansåg att laborationerna *inte* krävde mycket tänkande. Resultaten bekräftar att de öppna laborationerna innebar större utmaningar för tänkandet för ett flertal av eleverna jämfört med traditionella laborationer.

13.2.2 Elevernas lärande – lärandets ”vad?”

Det är inte bara väsentligt *att* eleverna lär sig i samband med laborationerna utan minst lika viktigt är *vad* de lär sig och *hur*, vilket exempelvis Wickman (2002, s. 100) framhåller. Enligt elevernas självutvärdering efter varje enskild öppen laboration (tab. 9.16 och 9.17) uppfattade en majoritet av eleverna att de lärt sig såväl hur de skulle genomföra laborationen som väsentliga begrepp. Detta resultat överensstämmer med uppfattningar som Hodson (1993) ger uttryck för. Enligt honom utvecklar eleverna sin begreppsliga förståelse då de får arbeta probleminriktat i laboratoriet.

Att genomföra egna undersökningar innebär att man behöver förstå hur en undersökning skall genomföras för att vara ”rättvis”. Detta är någonting som, enligt Millar (1991, s. 65), även bör undervisas. Förståelse för hur man genomför undersökningar är samtidigt ett mål för elevernas lärande i samband med öppna laborationer (Gott & Duggan, 1995). Elevernas självutvärderingar tyder på att de i samband med de öppna laborationerna utvecklade sin förståelse för hur man gör undersökningar och för begreppen ”konstant” och ”variabel”, vilkas innebörder är väsentliga i sammanhanget. Begreppen presenterades av läraren första gången då eleverna behövde dem för sin undersökning, och repeterades den andra gången de aktualiserades. Resultaten från självutvärderingarna visar att elevernas förståelse av dessa

begrepp utvecklades i positiv riktning från den första av dessa laborationer till den andra. Arbetet med de öppna laborationerna bidrog med andra ord till att elevernas förståelse av hur man genomför undersökningar utvecklades.

Elevernas tänkande kom även tydligt fram vid gruppernas diskussioner i samband med de öppna laborationerna. För några av eleverna innebar detta även en insikt i tänkandets betydelse för det egna lärandet, eller som en av eleverna uttryckte det, ”jag lär mig då jag måste tänka”. Eleven i fråga gav på detta sätt uttryck för en viss grad av *metakognition*. Metakognitiv medvetenhet är, enligt Baird (1990) ett viktigt mål i elevernas lärandeprocess. Resultatet överensstämmer med resultat från en undersökning av Hofstein, Shore & Kipnis (2004). Enligt dessa forskare blev elever i årskurs 11 och 12 medvetna om det egna lärandet och om sin egen kognitiva utveckling då de fick arbeta med öppna laborationer. V-diagrammet, som i min undersökning ingick som en integrerad del av de öppna laborationerna, utgör ett metakognitivt verktyg som kan ha haft betydelse för elevernas insikter om det egna lärandet.

De öppna laborationerna innebar utmaningar för elevernas begreppsliga förståelse. Lunetta & al. (2007, s. 405) framhåller betydelsen av att eleverna i samband med laborationerna får formulera sina uppfattningar och konfrontera dem med andra uppfattningar och med de naturvetenskapligt accepterade uppfattningarna. I resultaten redovisas flera exempel (avsnitt 10.2.3) där elevuppfattningar utmanas och där man kan ana att eleverna utvecklar en ny eller en djupare förståelse. Elevernas självutvärderingar efter de öppna laborationerna tyder också på att de själva upplevde att de lärt sig i samband med laborationerna. I följande avsnitt diskuteras närmare hur lärandet kan ske.

13.2.3 Elevernas lärande – lärandets ”hur?”

Ett flertal forskare lyfter fram planeringsfasen som utmärkande för öppna laborationer och som den fas som tydligt skiljer dessa från traditionella laborationer (se t.ex. Garnett & al., 1995; Séré, 2002). Denna fas utgör samtidigt den egentliga problemlösningsfasen. De öppna laborationerna innebar för eleverna att de skulle lösa problemen i grupp. Uppgiften ledde till kommunikation inom grupperna då de skulle åstadkomma en gemensam plan och anteckna den i sina V-diagram, innan de fick börja arbeta praktiskt.

Utgående från de redovisade exemplen på elevdiskussioner i samband med planeringen av de öppna laborationerna (kap. 10) kan man se att eleverna hade olika förståelse för hur en uppgift skulle lösas. I ett av exemplen framgår hur en elev som nått längre i sin förståelse förklarar för de andra i sin grupp vad som händer om man lägger vatten till en blandning av sand och salt. Eleven i fråga skissar upp hur han tycker att laborationen skall genomföras, i dialog med sin grupp. De andra ställer frågor som tvingar honom att förtydliga sig och att försvara sin uppfattning. Ur diskussionen kan man ana en strävan efter konsensus: den elev som från början gav uttryck för en klarare förståelse för hur uppgiften skulle lösas försöker ”dela med sig” av sin egen förståelse. De andra i gruppen försöker förstå genom att ställa frågor, bygga vidare på den andras tankegång och bekräftar att de förstått genom att hålla med. I denna diskussion har alla en potentiell möjlighet att utveckla sin egen förståelse i den gemensamma diskussionen. Samtidigt utgör denna diskussion ett tillfälle att nå en *delad förståelse* som grund för att genomföra laborationen. Roth & Roychoudhury (1993) kommer till liknande resultat. I en studie, där elever i årskurs 8 arbetade med egna undersökningar, blev eleverna tvungna att uttrycka sig och formulera sina egna uppfattningar så att deras kamrater och lärare förstod, då det fanns behov av att uppnå en delad förståelse.

Diskussionerna vid planeringen av en öppen laboration medförde att elevens *alternativa uppfattningar* kom till uttryck. I diskussionen mellan Sven, Sixten och Krister, då de diskuterar hur de skall separera salt från sand (kap. 10.2.3), kan man notera att Sven uppfattade att saltpartiklar av olika storlek har olika densitet, vilket enligt honom skulle utgöra ett problem vid separationen. Denna uppfattning kom till uttryck tack vare den diskussion som uppstod vid planering i gruppen. Den fortsatta diskussionen mellan Krister och Sixten tyder på att Krister delade Svens uppfattning. Sixten försöker förklara för de andra vad som händer i försöket och Krister bekräftar att han förstått. Sådana diskussioner tolkar jag som potentiella tillfällen där lärande kan ske. Genom att diskussionen sker mellan jämbördiga klasskamrater som använder ett ”gemensamt språk” kan eleverna ta till sig de andras förklaringar och förstå åtminstone lite av deras sätt att tänka. Då en lärare förklarar finns det risk för att han talar ett ”annat språk”, använder ord och formuleringar som är främmande för eleverna. Om eleverna känner ett missnöje med sin med egen

förståelse eller sina egna förklaringar och den förklaring någon av de andra i gruppen ger känns trovärdig, kan diskussionen bli ett tillfälle där en enskild elev utvecklar sin naturvetenskapliga förståelse, i enlighet med de förutsättningar för att ändra uppfattning som Posner & al. (1982) beskriver. Samtidigt har en elev som går in i rollen av den som hjälper och förklarar, en lärar- eller handledarroll, en möjlighet att själv utveckla sin förståelse då hon tvingas formulera sin egen förståelse.

Gott & Dugan (1995) framhåller att eleverna då de själva får planera undersökningar använder sina tidigare kunskaper. Enligt den modell för problemlösning i laboratoriet som jag tidigare utvecklat (Kurtén-Finnäs, 2001) utgående från Gotts & Duggans modell, innebär öppna laborationer att eleverna måste aktivera och *använda* såväl *sina teoretiska kunskaper* som *sina kunskaper om laborativa metoder* i problemlösningen. Indikationer på att detta även skedde finner man i elevernas diskussioner. I laborationen där salt skulle separeras från sand (kap. 10.2.3) använder Sven termen ”densitet” och Krister talar om att ”upplösa” saltet. Dessa begrepp har sannolikt behandlats vid någon tidigare kemilektion eller under fysikkursen tidigare under läsåret och eleverna kan då ha tillägnat sig begreppen. Enligt enkäten ansåg en klar majoritet av eleverna att de använde sådant de lärt sig i teorin i samband med de öppna laborationerna. Resultaten visar att det fanns en skillnad i svarsfördelningen mellan undersökningsgruppen och jämförelsegruppen, även om det inom jämförelsegruppen fanns skolvisa skillnader. Endast hälften av jämförelsegruppens elever svarade att de använder teorin då de laborerar, och en förhållandevis stor andel svarade att de inte tänker på teorin i samband med laborationerna. Resultaten tolkar jag som en indikation på att de öppna laborationerna medförde att eleverna behövde den kunskap och de begrepp som de utvecklat tidigare för att lösa problemen. Samma behov uppkommer inte vid en tillrättalagd laboration.

Elevdiskussionerna visar att eleverna *använde sina kunskaper om laborativa metoder* i sin planering, metoder som de använt och lärt sig tidigare under kemikursen. Vid separation av salt från sand planerade grupperna separationen så att de skulle lösa upp saltet i vatten, filtrera och därefter låta vattnet avdunsta. Eleverna använde sina erfarenheter från ett tidigare försök, där de indunstat en kopparsulfatlösning för att få fram kopparsulfat. I laboratio-

nen ”Bästa teet” bestämde en grupp att de skulle undersöka pH-värdet för olika tesorter, vilket de lärt sig under en tidigare laboration. Laborationerna innebar samtidigt att eleverna använde sina praktiska färdigheter såsom att filtrera, indunsta, väga, bestämma temperatur m.m.

De öppna laborationerna innebar också att eleverna kopplade samman laborationerna med verkligheten utanför laboratoriet i problemlösningsprocessen. I laborationen ”Kalkning av försurad mark” gjorde flera grupper kopplingar till sura regn då de funderade på hur de skulle genomföra sin undersökning, i vilken ordningsföljd de skulle lägga i de olika kemikalierna i sin försöksuppställning och vilka koncentrationer de skulle använda (kap. 10.2.2). Valet av laborationer var i detta fall säkerligen av betydelse. De öppna laborationerna var alla valda så att de på något sätt hade en *förankring i vardagen* och i elevernas verklighet. Eleverna gick i en skola på landsbygden där jordbruk och djurhållning är väsentliga näringar. Detta innebar att laborationen, som handlade om kalkning av försurad mark, för många av eleverna hade ett tydligt samband med deras verklighet och eleverna kunde uppleva att de hade en direkt praktisk nytta av resultaten från en laboration. Då eleverna arbetade med problem som hade en vardaglig anknytning kom även deras egen kreativitet och fantasi till uttryck, vilket framkommer exempelvis i te-laborationen. Carr & al. (1994, s. 149) lyfter fram kontexten som betydelsefull då eleven utvecklar sin förståelse för naturvetenskapliga begrepp. Om eleverna får arbeta med problem, där de kan koppla samman sina vardagserfarenheter med det de gör i klassen, kommer detta samtidigt att stöda utvecklingen av deras förståelse.

Enligt Lunetta (1998) ger arbete med egna undersökningar eleverna möjligheter att göra jämförelser och diskutera andra gruppers undersökningar och resultat, vilket kan bidra till att eleverna utvecklar sin egen förståelse för såväl begrepp som för naturvetenskapliga metoder. Indikationer på detta finner man i denna undersökning. De olika grupperna genomförde sina undersökningar på lite olika sätt och kom därför även fram till lite varierande resultat. Detta lyftes av en del elever fram som någonting positivt. En av eleverna ansåg att man minns bättre då man inte bara har sina egna resultat utan även får höra hur andra har gjort och vad de kommit fram till. *Mångfalden* som ett positivt resultat av arbetet med de öppna laborationerna betona-

des även av klassens lärare. De olika resultaten gav, enligt henne, tillfällen till diskussion kring sådant som gick fel och eventuella orsaker till dessa fel. Den diskussion som uppstod kunde bidra till att eleverna utvecklade en större förståelse för hur man arbetar naturvetenskapligt.

13.2.4 V-diagram och elevernas lärande

Syftet med V-diagram är att de skall bidra till att eleverna utvecklar sin förståelse för laborationen (Novak & Gowin, 1984). Samtidigt speglar diagrammets uppbyggnad hur människan utvecklar ny kunskap. Då V-diagrammen användes tillsammans med de öppna laborationerna kan de ha bidragit till att eleverna uppfattade laborationerna som tillfällen för tänkande ("då man laborerar måste man tänka mycket"), vilket ju stöder lärandet i samband med laborationerna (White & Gunstone, 1992). V-diagrammen användes av läraren på olika sätt vid olika laborationer (se avsnitt 12.1). I vissa fall startade hon genom att klassen gemensamt byggde upp teoridelen i V-diagrammet; andra gånger användes diagrammen så att eleverna i sina laborationsgrupper började fylla i diagrammen genom att skriva in en plan för vad de skulle göra. I sådana fall skrevs teorin in i diagrammen gemensamt i klassen, i slutskedet av laborationen. Detta sätt att använda V-diagrammen flexibelt kan ha inverkat positivt på elevernas förståelse för helheten av teorin och praktiken och interaktionen mellan de olika delarna, eller såsom Hodson (1993) uttrycker det: teorin styr experimenten samtidigt som experimenten stöder teoribildningen. Läraren såg i V-diagrammet ett "otroligt redskap", som kan användas flexibelt, och som hon var inställd på att använda även i fortsättningen. Detta ser jag som en indikation på att V-diagrammen var nyttiga redskap i samband med de öppna laborationerna och tolkar resultaten så att V-diagrammen har en potential att hjälpa eleverna i deras förståelse.

Ett färdigt ifyllt V-diagram ger en överblick över laborationen; vad har man gjort, vilka resultat har man kommit till, vilka slutsatser har man dragit och vilken teori skall försöket sammankopplas med? Många av eleverna lyfte fram denna aspekt på V-diagrammet som betydelsefull (tabell 12.1). I elevernas intervju svar framkommer att en del av dem använde V-diagrammen i samband med provläsning och att diagrammen hjälpte dem att se laborationen som en helhet med en koppling mellan teori och praktik. V-

diagrammen utgjorde ett *stöd för elevernas förståelse*, såväl vid planeringen av laborationen som för deras förståelse av laborationen som helhet, för förståelsen av resultaten och deras koppling till teorin. Elevernas enkätsvar visar att majoriteten av eleverna själva uppfattade att V-diagrammen hjälpte dem att förstå laborationerna (tabell 12.4). Elevernas uppfattningar om V-diagrammen som stöd för deras förståelse överensstämmer även med lärarens uppfattning. Enligt henne utgjorde V-diagrammen ett stöd för eleverna då de skulle genomföra laborationen men de fungerade även efteråt genom att diagrammen bildade en helhet av teori, praktiskt utförande och resultat.

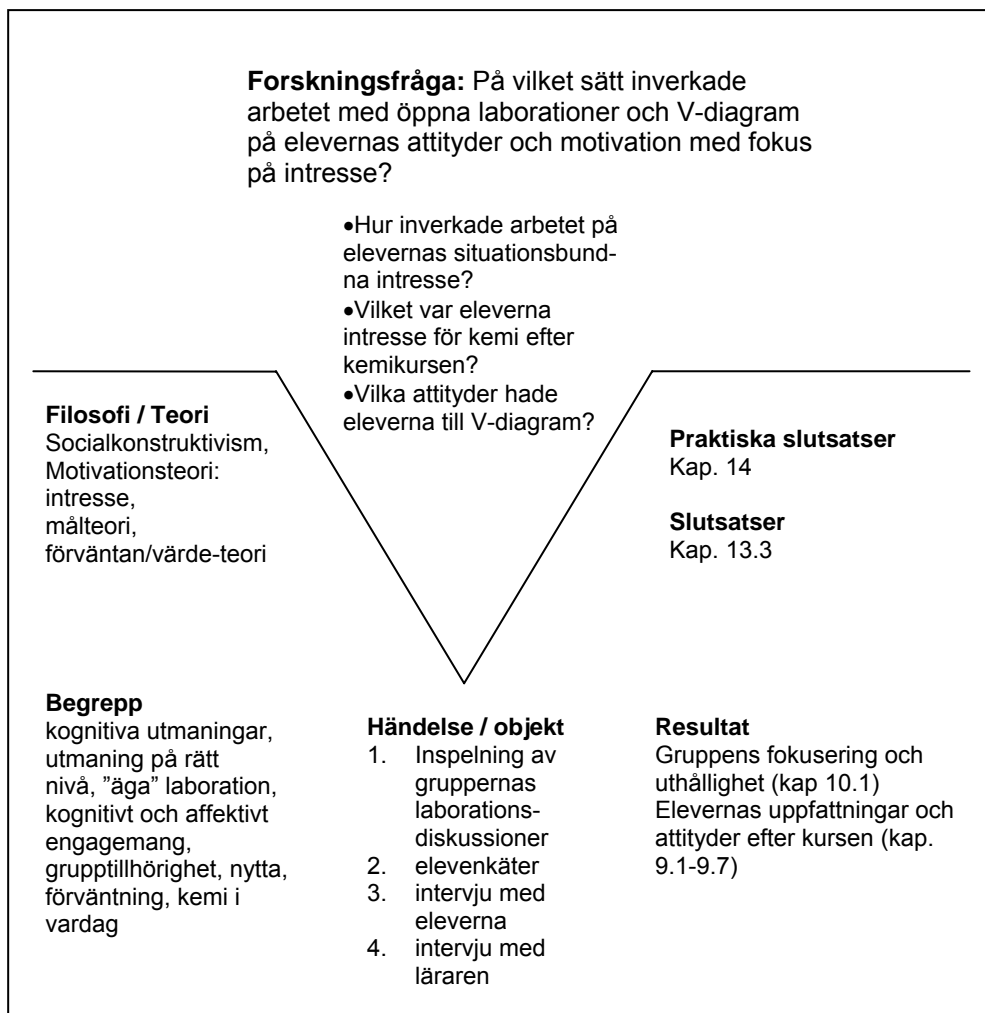
13.2.5 Problem med förståelse

De öppna laborationerna i undersökningen skiljde sig från varandra i fråga om begreppslig svårighetsgrad men också i fråga om syftet med laborationen. I laborationen "Massans konservering" användes den öppna laborationen i syfte att eleverna skulle komma underfund med att massan i en kemisk reaktion bibehålls konstant. En djupare förståelse av detta förutsätter en viss förståelse för kemi på mikronivå, d.v.s. att atomer inte försvinner i samband med kemiska reaktioner utan bara bildar nya föreningar. I sin doktorsavhandling (2005) kom Aksela fram till att eleverna i hennes undersökning, som gick i årskurs 9, hade svårt att sammankoppla makro- och mikronivå. Laborationen "Massans konservering" försvårades av att vissa elever valde reaktioner där en av reaktionsprodukterna var en gas. Denna laboration gav upphov till en förhållandevis lång gemensam diskussion i klassen, en diskussion som speglade brister i förståelse hos flera av eleverna. Elevernas självutvärdering efter laborationen tydde dock på att många till slut ändå förstått laborationen och slutsatserna av den. Lärarens roll var i detta fall betydelsefull. Eleverna blev inte lämnade "ensamma" med sina missuppfattningar. Genom att läraren var aktivt närvarande vid elevernas arbete med laborationen fick hon insikt i deras missuppfattningar. Detta ledde till att diskussionen i samband med att klassen gemensamt drog slutsatser från försöket blev intensiv, och till att läraren ansträngde sig för att på olika sätt, genom analogier, genom att utmana elevernas tänkande och genom att låta eleverna själva förklara, hjälpa eleverna att utveckla den egna förståelsen. Utgående från detta, och från mina iakttagelser i klassen under laborationen, ser jag denna laboration som ett exempel på en laboration vars lämplighet att

använda som en öppen laboration kan ifrågasättas. Även Duggan & al. (1995) framhåller att öppna laborationer inte borde användas för att upptäcka samband. Fokus bör vara på att eleverna utvecklar sin förståelse för hur man arbetar naturvetenskapligt så att teori och praktik bildar en integrerad helhet.

Vissa delar av V-diagrammen upplevdes av en del elever som svåra (kap. 12.2). De båda fälten ”Begrepp” och ”Praktiska slutsatser” men även fältet ”Teori” lyftes av ett flertal elever fram som svårförståeliga, och de förstod inte riktigt vad de förväntades skriva i dessa fält. Eleverna hann arbeta med V-diagram en förhållandevis kort tid. Samma sak gällde för deras lärare. Även för henne var V-diagrammen nya. Detta kan ha inneburit en viss osäkerhet hos henne som även kan ha inverkat på eleverna. Enligt Novak & al. (1983) är det tidskrävande att lära sig använda V-diagram och man kan räkna med upp till två års användning innan en klar majoritet behärskar tekniken. Lehman & al. (1985) söker orsaker till de förhållandevis små skillnaderna i prestationer mellan en försöksgrupp, som arbetat med begreppskartor samt V-diagram, och en jämförelsegrupp i att lärarna och eleverna inte var tillräckligt förtrogna med dessa verktyg. Även Novak och hans kolleger har i sina undersökningar upptäckt att eleverna har svårigheter med innebörden i ”begrepp”. De valde därför att introducera begreppskartor och att göra eleverna förtrogna med dem innan de konfronterades med V-diagram. Även i min undersökning kunde det ha varit till fördel om eleverna och deras lärare tidigare varit förtrogna med begreppskartor, vilket troligen hade inneburit en större förståelse för vad som åsyftas med ”begrepp”.

13.3 Öppna laborationer med V-diagram och elevernas attityder och intresse



Figur 13.2. Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 2.

Elevernas intresse för kemi analyseras dels utgående från ett *situationsbundet intresse*, dels utgående från ett mer *varaktigt intresse*. I analysen dras paralleller till närliggande begrepp såsom *flow* och motivation i form av *lärandemål* samt motivation utgående från *förväntan-värde-modellen*. Även elevernas *attityder* till V-diagram ingår i analysen.

13.3.1 Uppkomsten av ett situationsbundet intresse

Gruppernas diskussioner i samband med de öppna laborationerna visar att eleverna i allmänhet var mycket fokuserade på den uppgift eller utmaning de ställts inför (kap. 10.1). Diskussionerna handlade till största delen om hur de skulle lösa problemet. Då en grupp diskuterade sådant som låg utanför ämnet skedde detta främst i början av planeringsfasen innan gruppen kommit igång, eller i slutet av denna fas då de väntade på att de andra grupperna skulle bli färdiga och gruppen ifråga var färdig med sin egen planering. Resultaten visar också på en stor uthållighet hos eleverna att slutföra uppgiften samt beredskap att vid behov genomföra ett försök flera gånger. Elevernas fokusering och uthållighet kan ses som indikationer på att de öppna laborationerna väckte ett *situationsbundet intresse* hos eleverna. Detta intresse och engagemang kan för vissa av eleverna till och med ha inneburit en upplevelse av *flow* då de för stunden glömde såväl tid som rum (Csikszentmihalyi, 1985). Ett exempel på detta kan man finna i elevers önskan att få fortsätta med sin undersökning även då lektionstiden tagit slut och rasten börjat. Lärarens upplevelse av att grupperna i de öppna laborationerna arbetade mera *intensivt* tillsammans med varandra jämfört med deras engagemang vid traditionella laborationer stöder denna tolkning. Roychoudhury & Roth (1996) visar i en undersökning av elever som arbetat med öppna laborationer i fysik, att eleverna är intensivt engagerade t.o.m. i relativt enkla moment av sina undersökningar. De förklarar detta engagemang med att eleverna ”äger” sina experiment. Då eleverna själva får bestämma vad och hur de gör blir de också mera engagerade i det de gör. Stöd för en sådan tolkning av resultaten i min undersökning finner man i en del intervjuvar, då eleverna kommenterar de öppna laborationerna i positiva ordalag och motiverar detta med utsagor såsom; ”fick göra så där fritt” och ”man fick tänka själv”. Även Berry & al. (1999) lyfter fram betydelsen av att eleverna känner att de *äger sin laboration*, eleverna är då mera motiverade att se resultatet av laborationen.

De öppna laborationerna innebar kognitiva utmaningar för eleverna då de gemensamt i grupp skulle lösa ett problem (jfr Roth & Roychoudhury, 1993). Alla laborationsgrupper lyckades planera och genomföra de öppna laborationerna. Utmaningarna var av olika svårighetsgrad, vilket ledde till att det vid en del tillfällen krävdes en hel del diskussion och även någon form av

ingripande från lärarens sida för att eleverna skulle klara av uppgiften. Detta ingripande innebar dock inte att läraren berättade för grupperna hur de skulle göra. Hennes utgångspunkt var att eleverna själva klarade av att lösa problemen vilket styrde hennes sätt att tackla de svårigheter som uppstod. Hennes ingripanden innebar att hon hjälpte eleverna med *vägledande frågor* eller att hon lät *grupperna hjälpa varandra* genom att berätta för varandra hur de planerat att göra. Den *kognitiva utmaningen* i kombination med att eleverna kunde uppleva att de själva tillsammans med sin grupp klarade av denna utmaning kan ha påverkat attityderna och intresset positivt hos många av eleverna. Stöd för denna tolkning finner man i elevers intervju svar då de t.ex. säger ”det var roligt då man själv sku komma på vad man sku göra” eller ”man lär sig på ett roligare sätt”. Även Hofstein, Shore & Kipnis (2004) har kommit till liknande resultat i en undersökning av elever i årskurs 11 och 12 som njöt av att arbeta med de utmaningar öppna laborationer innebar för dem.

Enligt Pintrich & Schunk (2002, s. 285) är det en förutsättning för att eleverna skall uppleva flow i skolarbetet att de ställs inför utmaningar som är på rätt nivå för dem. Utmaningar på rätt nivå kan också, enligt Woolnough (1991), ha en positiv inverkan på elevernas intresse och samtidigt bidra till att deras självförtroende stärks. Grupperna klarade av att genomföra de öppna laborationerna, d.v.s. de klarade den kognitiva utmaningen de ställts inför. Denna utmaning ledde till diskussioner i grupperna. I de exempel från planeringsdiskussioner som finns i resultatkapitlet (kap. 10) kan man se att lösningen på problemen inte vara självklar, åtminstone inte för alla elever. Att problemlösningen krävde tänkande och diskussion i grupperna, och att grupperna klarade av att lösa problemen, kan ses som en indikation på att *utmaningarna var på en lämplig nivå* för eleverna, vilket gav sig uttryck i deras engagemang i form av fokusering, uthållighet och positiv affekt.

Alla elever deltog inte lika aktivt i diskussionerna och replikfördelningen i grupperna visar att det fanns både grupper som utmärktes av en symmetrisk replikfördelning mellan gruppmedlemmarna och grupper med asymmetrisk replikfördelning (kap. 10). Även annan forskning visar att de enskilda elevernas aktivitet inom en grupp varierar mellan olika grupper (se t.ex. Kempa & Ayob, 1991 och 1995). Enligt dessa forskare är dock inte elevens

verbala engagemang avgörande för hennes lärande i gruppen. Roychoudhury & Roth (1996) drar slutsatsen att även ett deltagande i en asymmetrisk grupp mestadels karakteriseras av ansvarstagande och självständighet och att elevernas attityder inte är beroende av vilken roll de intagit i gruppen. I min undersökning visar elevernas självvärdering efter de öppna laborationerna att också elever som inte var verbalt aktiva i sin grupp upplevde den egna gruppens arbete positivt. Resultaten visar också att en elev som inte varit verbalt aktiv under de öppna laborationerna ändå kunnat utveckla positiva attityder till öppna laborationer och ett positivt intresse för kemi (se t.ex. avsnitt 9.9.1). En tänkbar förklaring kan vara att eleverna, trots att de deltog olika aktivt i den verbala kommunikationen, ändå kände en delaktighet i problemlösningssprocessen, genom att gruppen som helhet klarade av utmaningen. Diskussionerna speglar dessutom endast den verbala kommunikationen framför allt under planeringsfasen, vilket innebär att information om elevernas praktiska aktivitet saknas. En elev som inte deltog så aktivt i planeringen kan ha varit desto aktivare då det gällde den praktiska delen av problemlösningen.

Gruppen och dess sammansättning var betydelsefull för arbetet med de öppna laborationerna och V-diagrammen. Detta framkommer även ur elevernas enkätsvar som visar att alla elever i undersökningsgruppen ansåg att gruppens sammansättning vid laborationerna är viktig (tabell 10.4). I jämförelsegruppen var motsvarande andel betydligt mindre, eller två tredjedelar av gruppen. Skillnaden i svarsfördelning kan sannolikt sammankopplas med gruppernas olika erfarenheter från laborationerna. Då elevernas arbetade med de öppna laborationerna var det, speciellt i planeringsfasen, viktigt att gruppen uppnådde konsensus om hur de skulle gå tillväga, för att de överhuvudtaget skulle få sin undersökning genomförd. Då hade säkerligen gruppens sammansättning en avgörande betydelse för hur arbetet framskred och hur den enskilda gruppmedlemmen upplevde arbetet med laborationen. Enligt Wentzel (1991) kan *känslan av tillhörighet och en känsla av ansvar* för den egna gruppen samtidigt stimulera gruppmedlemmarna till större egna ansträngningar. Exempel på detta kan man även finna i de inspelade diskussionerna. En av eleverna gör stora ansträngningar för att försöka övertyga sina kamrater om att man skall addera ihop de uppvägda ämnena före en reaktion och jämföra denna summa med summan av de uppvägda ämnena

efter reaktionen (se avsnitt 10.2.3). Den problemlösning som skedde i grupperna och som fick vissa elever att engagera sig, inte bara i att lösa uppgiften, utan även i att få de andra i den egna gruppen att förstå, ser jag som en indikation på att eleverna upplevde ett situationsbundet intresse där samtidigt den egna gruppen var betydelsefull. Enligt Hickey (1997) kan själva problemlösningssprocessen i en grupp utgöra grunden för ett situationsbundet intresse. Att eleverna ställdes inför den utmaning som de öppna laborationerna innebar i grupp hade säkerligen en avgörande betydelse för detta intresse.

13.3.2 Elevernas intresse för kemi efter kemikursen

En överväldigande majoritet av eleverna i undersökningsgruppen upplevde efter kemikursen att kemi var ett intressant ämne. Skillnaden mellan undersökningsgruppen och jämförelsegruppen var anmärkningsvärt stor. Eleverna i undersökningsgruppen hade läst en kurs i fysik med samma lärare som undervisade dem i kemi och hade alla positiva förväntningar på kemi. Trots detta uppgav två tredjedelar att kemi överträffat deras förväntningar. Detta tolkar jag så att kemikursen innehöll element som gjorde den speciellt intressant. Det finns säkert ett flertal faktorer som kan ha haft betydelse och exakt vilka alla element som bidrog till intresset är det omöjligt att dra slutsatser om utgående från denna undersökning. Eleverna kan t.ex. ha tyckt att innehållet i kemikursen var intressantare än i fysikkursen, de kan ha upplevt att kemi var lättare än de förväntat sig, eller så kan lärarens sätt att undervisa kemi ha påverkat deras intresse (jämför Hodson, 1998; s. 58-73). Jag har ovan visat att de öppna laborationerna ledde till ett situationsbundet intresse hos ett flertal av eleverna. Elevernas intervjuvar kan dock tolkas så att de öppna laborationerna även hade en viss inverkan på ett *bibehållet intresse* hos eleverna.

För majoriteten av eleverna framstod arbetet med de öppna laborationerna som någonting de speciellt kom ihåg från kemikursen. Elever som lyfte fram de öppna laborationerna som speciellt minnesvärde betonade både en affektiv och en kognitiv dimension av arbetet med dessa laborationer. De öppna laborationerna innebar för eleverna utmaningar för det egna tänkandet, de gav eleverna frihet att själva tänka ut hur de skall gå till väga och de innebar aha-

upplevelser i fråga om den egna förståelsen och det egna lärandet ("man lär sig bättre"). För eleverna innebar de öppna laborationerna såväl ett *kognitivt* som ett *affektivt engagemang*. Enligt Rathunde (1993; Rathunde & Csikzentmihalyi, 1993) är det sannolikt att ett intresse som bygger på affektiva värden i kombination med kognitiva värden kan leda till ett mer långvarigt intresse. Därigenom är det möjligt att ett situationsbundet intresse, som vaknar då eleven ställs inför problem som engagerar henne, småningom leder vidare till ett personligt intresse hos eleven i fråga. Ett engagemang där såväl tanke, känslor och handling är involverade kan innebära ett meningsfullt lärande (Novak, 1998, s. 9), vilket har betydelse för att eleverna skall utveckla ett mera varaktigt intresse. Mitchell (1993) lyfter fram betydelsen av meningsfulla uppgifter där eleverna är aktivt engagerade i lärandeprocessen för att ett situationsbundet intresse hos eleverna skall bibehållas och utvecklas. Även Harackiewicz & al. (2000) har kommit till liknande resultat. Enligt Baird & Penna (1997) önskar eleverna mera utmaningar i undervisningen, utmaningar som innehåller såväl en kognitiv som en affektiv dimension. Sådana utmaningar kan innebära egen kontroll, mentalt och fysiskt engagemang, nyhetsvärde, variation och relevans. De öppna laborationerna innehöll egenskaper som svarar mot detta. En elev som efter kursen uttryckte sig om arbetet med de öppna laborationerna på följande sätt: "Det var intressant, man måste tänka så mycket", vilket ger uttryck för att hon upplevde en koppling mellan den kognitiva utmaningen och affekt i form av intresse.

Man kan dra paralleller mellan elevernas intresse för de öppna laborationerna som utmaningar och en inriktning på *lärandemål*. För elever som är inriktade på lärandemål finns det ett positivt samband mellan deras ansträngningar och de resultat de uppnår (Ames, 1992) och enligt Jagacinski & Nicholls (1984, 1987) upplever eleven tillfredsställelse och stolthet då hon märker att ansträngningarna leder till resultat. Elevernas *uthållighet* i arbetet med de öppna laborationerna kan ses som en indikation på att de åtminstone medan de arbetade med laborationerna var inriktade på mål som kan sammankopplas med lärandemål framför prestationsmål. Grupperna var beredda att göra om försöket med massans konservering vid kemiska reaktioner för att nå ett säkrare resultat, det fanns grupper som vid te-laborationer använde sin kreativitet och genomförde flera olika undersökningar. Detta tolkar jag så att

de hade ett *intresse för uppgifterna för deras egen skull* och de var inte bara intresserade av att genomföra laborationen så snabbt och enkelt som möjligt. En meningsfull uppgift kan också inbegripa en nyttodimension, vilket kan påverka elevernas intresse positivt. Läraren såg det som ett viktigt mål för kemiundervisningen att eleverna skall bli medvetna om att kemi är någonting som finns omkring dem. De öppna laborationerna var valda så att de alla hade en koppling till *kemin i vardagen*. Flera av eleverna upplevde de öppna laborationerna som nyttiga (kap. 9.7). Enkätresultaten visar att en betydligt större andel av eleverna i undersökningsgruppen efter kemikursen uppfattade att de har *nytta* av det de lärt sig i kemi och under laborationerna, än motsvarande andel i jämförelsegruppen (tabell 9.3). Kopplingen till vardagskemin hade sannolikt en betydelse för elevernas uppfattningar om nyttan. Belägg för denna tolkning finner man bl.a. i ett uttalande där en elev kopplar samman erfarenheter från laborationen som handlade om kalkning av försurad mark med familjens odlingar där hemma. Baird & Penna (1997) uppger att eleverna önskar mera undervisningsmaterial inom den naturvetenskapliga undervisningen som de kan uppleva som relevant för dem själva. Benckert m.fl. (2005) visar i en undersökning av gymnasieelevers attityder i fysikundervisningen att eleverna uppskattar uppgifter och problem som är verklighetsbaserade. De öppna laborationernas förankring i elevernas vardag påverkade sannolikt deras attityder och intresse positivt, vilket överensstämmer med andra forskares resultat. Bennett m.fl. har visat att elever som undervisats i kontextbaserad kemi är mer intresserade av kemi än elever som undervisats traditionellt, och att även lärarna uppfattar den kontextuella kemiundervisningen som mer intressant för eleverna (se t.ex. Bennett, 2003, s. 113-120; Bennett & al., 2005, Bennett & Lubben, 2006).

Nyttovärdet är även en motivationsfaktor som ingår i den motivationsmodell som utvecklats av Eccles m.fl. (Eccles, 1983; Wigfield & Eccles, 1992). Enligt denna modell påverkas elevens motivation av elevens uppfattning om nyttan av en uppgift. Modellen innefattar även en värdekomponent: vilket *värde* tillskriver eleven uppgiften eller ämnesområdet och vilken betydelse eller vikt har det i så fall för eleven att lyckas eller misslyckas. En klar majoritet av eleverna i undersökningsgruppen i denna undersökning uppfattade redan före kemikursen kemi som ett viktigt ämne och andelen ökade under kursen (tabell 9.4). I jämförelsegruppen minskade andelen positiva

svar under kemikursen. En positiv utveckling av elevers uppfattning om värdet kan sammankopplas med elevernas uppfattning om nyttan. Om eleverna upplever innehållet i kemikursen och i laborationerna som nyttigt är det mera sannolikt att de värdesätter kemi, vilket i sin tur kan påverka motivationen positivt.

Lärarens förväntningar på eleverna, och därmed de strategier han använder i sin undervisning har betydelse för elevernas motivation (Koballa & Glynn, 2007, s. 93). En lärare som har höga förväntningar på sina elever ger signaler som kommunicerar en tilltro till elevernas förmåga, vilket kan påverka deras motivation att arbeta och anstränga sig. Vid de öppna laborationerna gav läraren i denna undersökning ansvaret för planeringen och genomförandet åt eleverna. Då eleverna körde fast kastade hon tillbaka deras frågor till dem själva, hon kom med vägledande frågor eller lät grupperna hjälpa varandra för att eleverna själva skulle lösa problemen. Med detta signalerade hon en tilltro till elevernas egen förmåga att kunna lösa problemen själva, vilket kan ha haft en positiv inverkan på deras motivation.

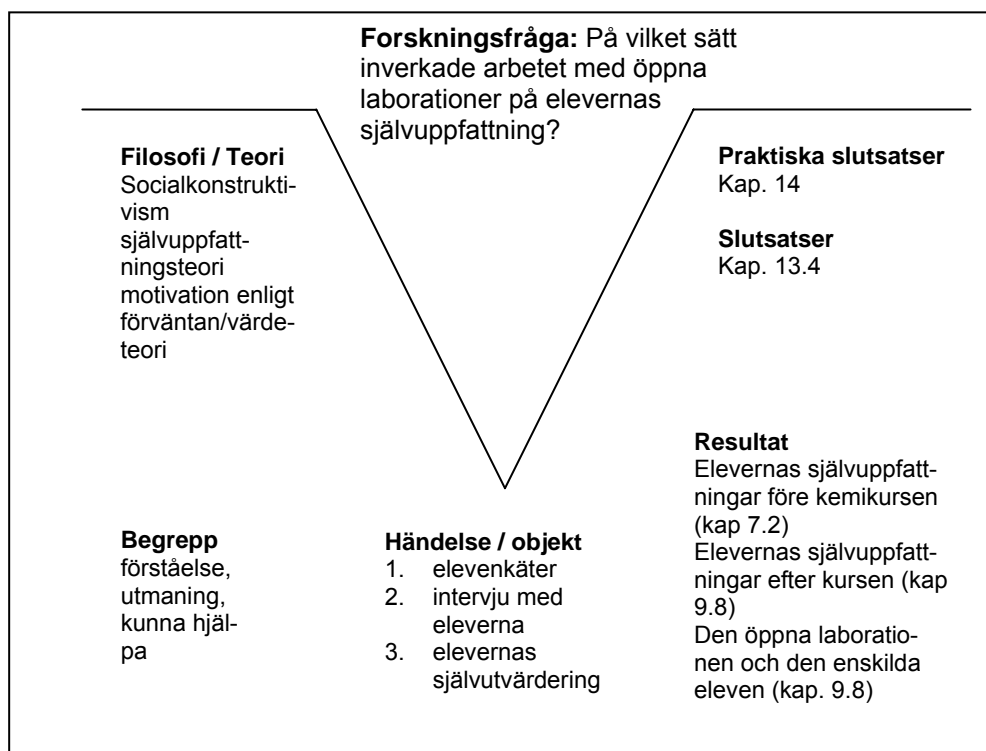
Elevernas allmänna attityd till skolan och till den egna klassen utvecklades i undersökningsgruppen i positiv riktning under perioden. Hela klassen uppgav efter kemikursen att de trivs i sin egen klass. Enligt Rentoul och Frazer (1979) finns det ett samband mellan elevens lärandemiljö, vilken beror såväl av faktorer kopplade till undervisningen som av psykologiska faktorer, och av kognitiva och affektiva dimensioner av deras lärande. De öppna laborationerna innebar för eleverna att de fick ta eget ansvar, de fick vara aktiva och de fick konfronteras med problem som de lyckades lösa. Deras lärare kommunicerade en tilltro till deras egen förmåga, vilket sannolikt hade en positiv inverkan på deras uppfattningar om den egna klassrumsmiljön, men även på deras attityder till skolan som helhet.

13.3.3 Elevernas attityder till V-diagram

Det fanns en attitydskillnad mellan flickorna och pojkarna till V-diagrammen efter kursen. Andelen flickor med en positiv attityd till V-diagrammen och skrivandet var större än motsvarande andel bland pojkarna (figur 12.4). Resultatet överensstämmer med Kärkkäinen (2004) som i sin undersökning,

där V-diagram användes i biologiundervisningen i årskurs 8, kom till liknande slutsatser. En förklaring till denna könsskillnad kan vara skillnader i flickors och pojkars skrivfärdighet i denna ålder. Enligt undersökningar som gjorts av elevers skrivfärdigheter i årskurs 6 och början av årskurs 7 presterar flickor bättre än pojkar (Silverström, 2002). Enligt Novak (1990, s. 65) har det visat sig att framför allt flickor drar nytta av metakognitiva verktyg som hjälper dem att skapa en delad förståelse i laboratoriet. Enkätresultaten visar även att en större andel av flickorna än av pojkarna upplevde att V-diagrammen bidrog till deras förståelse (figur 12.1).

13.4 Öppna laborationer och elevernas självuppfattning



Figur 13.3. Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 3.

Utgångspunkten för analysen av elevernas självuppfattning var den hierarkiska uppdelningen av självuppfattning dels i en akademisk, dels i en icke-akademisk självuppfattning, enligt Shavelson, Hubner & Stantons modell (1976). Den akademiska självuppfattningen är i sin tur uppdelad i en matematisk–akademisk självuppfattning och en verbal–akademisk självuppfattning, enligt Marsh, Byrne och Shavelson (1988). Enligt denna modell är elevernas självuppfattning i kemi en del av deras matematisk–akademiska självuppfattning.

För eleverna i denna undersökning var kemi ett nytt skolämne. De kan därför inte ha haft någon egentlig självuppfattning i kemi före kemikursen, utan deras självuppfattning i kemi kan i huvudsak ses som ett resultat av deras erfarenheter från kemikursen. Däremot kan deras självuppfattning på andra områden ha påverkat deras förväntningar på sin egen förmåga i kemi och deras erfarenheter från kemiundervisningen i sin tur påverkat andra delar av deras självuppfattning, exempelvis deras sociala självuppfattning.

13.4.1 Förståelse och självuppfattning

En klar majoritet av eleverna i undersökningsgruppen utvecklade en positiv självuppfattning i kemi (tabell 9.14). Resultaten visar även att en majoritet av eleverna tyckte att de förstått det som togs upp i kemi och alla elever svarade att de lärt sig mycket under kemitimmarna. Denna *känsla av förståelse* tolkar jag som betydelsefull med tanke på elevernas självuppfattning i kemi. Enligt Novak & Gowin (1984) kan en känsla av att man förstår bidra till att eleven utvecklar en positiv uppfattning om sig själv och om sin egen förmåga. Det fanns även en anmärkningsvärd skillnad mellan de båda grupperna, då färre än hälften av jämförelsegruppens elever tyckte att de var bra i kemi efter sin första kemikurs. I denna grupp var även andelen elever som svarade att de förstått det som tagits upp i kemin ungefär 20 procentenheter lägre än i undersökningsgruppen. Resultaten i undersökningen visar att det fanns ett samband mellan elevernas självuppfattning i kemi och deras uppfattningar om sin förståelse i kemi (tabell 9.15). Elever som upplevde att de inte förstod det som togs upp i kemi tyckte i allmänhet inte heller att de var bra i kemi. Resultatet överensstämmer med Nieswandt (2007), som i en undersökning som berör samband mellan affektiva variabler och begreppslig förståelse i

kemi hos elever i årskurs 9 visar, att det finns ett positivt samband mellan elevernas självuppfattning i kemi, ett situationsbundet intresse och deras begreppsliga förståelse.

Även i fråga om förståelsen vid laborationerna fanns det en skillnad mellan de båda grupperna, så att en större andel av undersökningsgruppen ansåg att de förstod vad de gjorde då de laborerade (tabell 9.12). Andelen elever som tyckte att de lärde sig mycket i samband med laborationerna var märkbart högre i undersökningsgruppen. Eftersom de öppna laborationerna utgjorde en väsentlig del av kemikursen och av laborationerna i kemi för undersökningsgruppen ser jag svarsfördelningen som en indikation på att de öppna laborationerna bidrog till att en stor del av eleverna upplevde att de förstod. Förståelse av laborationerna kan ha påverkat en mera allmän känsla av förståelse i kemi.

13.4.2 Utmaningar och självuppfattning

Arbetet med de öppna laborationerna slutfördes vid varje tillfälle av alla grupper, vilket jag ser som en indikation på att grupperna *klarade av den utmaning* de ställts inför. Flera forskare lyfter fram betydelsen av framgång för elevens självuppfattning. T.ex. Skaalvik (1997) framhåller att en elev som klarar av att lösa ett svårt problem kan känna sig duktig, vilket påverkar den egna självbilden positivt. Vid de öppna laborationerna i denna undersökning skedde problemlösningen i grupp, så att eleverna gemensamt i sin laborationsgrupp diskuterade fram en lösning på problemet. Enligt Webb (1982) visar flera studier att eleverna i grupper där de förklarar för varandra och hjälper varandra uppvisar bättre prestationer än elever i grupper som inte uppvisar detta beteende. Alla elever i undersökningsgruppen uppgav att de *hjälper andra i gruppen* om dessa inte har förstått (tabell 10.4). Elevernas diskussioner vid laborationerna visar att de ansträngde sig för att förklara för varandra och försöka få andra i den egna gruppen att förstå. Elevernas uppfattningar om att de hjälpte varandra speglar samtidigt en uppfattning om att de själva kunde hjälpa andra. Elevernas ansträngningar att förklara så att de andra skulle förstå ser jag som en indikation på att de upplevde att de hade något att bidra med i gruppen. Problemlösningsprocessen i en grupp där gruppens medlemmar känner att de kan bidra, men där de samtidigt utvecklar

sin förståelse i kommunikationen med de andra i gruppen, påverkar sannolikt elevens självuppfattning i positiv riktning. Framgång i en utmanande uppgift leder till en positiv uppfattning om den egna förmågan, men också till en inre tillfredsställelse som kan påverka elevens motivation positivt och i förlängningen leda till att eleven anstränger sig mera (Wigfield & Karpathian, 1991). Även andra forskare framhåller att det finns ett positivt samband mellan individens uppfattning om sin egen kompetens och hennes motivation och vilja att anstränga sig och därmed hennes prestationer (se t.ex. Skaalvik, 1997). Enligt förväntning-värde-motivationsmodellen (Eccles, 1983; Wigfield & Eccles, 1992) styrs elevens uthållighet och val av hennes uppfattningar om sin egen förmåga: ”klarar jag av det här?”. Då eleverna ställdes inför de öppna laborationerna och märkte att de klarade av utmaningarna påverkade detta deras självbild positivt och ökade samtidigt deras motivation att genomföra uppgiften. Avgörande var inte elevernas skolframgång. Sven, som var en elev med svaga skolprestationer (9.9.1), utvecklade positiva attityder till och ett intresse för kemi men även hans självuppfattning utvecklades i positiv riktning. För honom hade de öppna laborationerna varit positiva utmaningar.

De öppna laborationerna innebar dock inte positiva utmaningar för alla elever. Ett par elever gav uttryck för att de ibland tyckte att de öppna laborationerna kändes alltför krävande också om de samtidigt uttryckte sig positivt om dem. Johnny var dock en elev som tydligt uttryckte sitt missnöje och som inte utvecklade en positiv självuppfattning i kemi eller positiva attityder till kemi (kap. 9.9.2). I enkäten svarade han att han inte förstår vad han gör då han laborerar och i intervjun uppgav han att de öppna laborationerna gjorde honom osäker. Enligt Johnny kändes det lättare med laborationer där läraren säger vad man skall göra. Han motiverade sin negativa attityd till de öppna laborationerna med att han inte har ”så bra att tänka ut om det sku va nå fel eller så”. Johnny var en elev med goda skolprestationer och borde därför ha haft goda förutsättningar att klara av de öppna laborationerna. Men en utmaning på rätt nivå handlar inte bara om elevens verkliga kunskaper utan även om vad hon tror sig klara av (Alsop, 2005, s. 156). Johnny hade redan då kemikursen inleddes en relativt negativ självuppfattning, vilket kan ha inverkat negativt på hans arbete med de öppna laborationerna. Enligt Pintrich & Schunk (2002, s. 85-87) är förhållandet mellan självuppfattning och

prestation reciprokt, d.v.s. individens självuppfattning påverkar hennes prestationer samtidigt som hennes prestationer påverkar självuppfattningen. Bong & Clark (1999) uppger att elever med negativ självuppfattning har svårt att uppnå sin egen potential. En utmaning som känns för stor kan för en elev med negativ självbild väcka rädsla för att misslyckas, och leda till att hon inte anstränger sig så mycket som hon skulle göra i en undervisnings-situation som kändes tryggare och säkrare.

Johnnys problem med de öppna laborationerna kan även relateras till några av de grupper i vilka han ingick, i samband med laborationerna. Webb (1989) framhåller gruppens betydelse och uppger att gruppens respons är den mest kritiska faktorn då det gäller elevens lärande i grupp. Salomon & Globerson (1989) hävdar att elever vars bidrag inte godkänns i gruppen utvecklar en hjälplöshet som en följd av den känsla av inkompetens de har. Även Linn och Burbules (1993) lyfter fram problem med arbete i grupp och framhåller att detta kan förstärka existerande skillnader i status och stereotypa beteenden. Ur de inspelade gruppdiskussionerna framgår att speciellt en av grupperna där Johnny ingick inte fungerade på ett tillfredsställande sätt. Gruppens diskussion tyder på att Johnnys status var låg och att de övriga i gruppen inte tog hänsyn till honom. Han uttryckte ett flertal gånger att han inte förstod vad gruppen skulle göra och han ställde frågor till de andra. De andra i gruppen gav honom inte svar på frågorna eller någon positiv feedback. Detta kan ha förstärkt hans känsla av att inte klara av utmaningen och bidragit till hans negativa självbild.

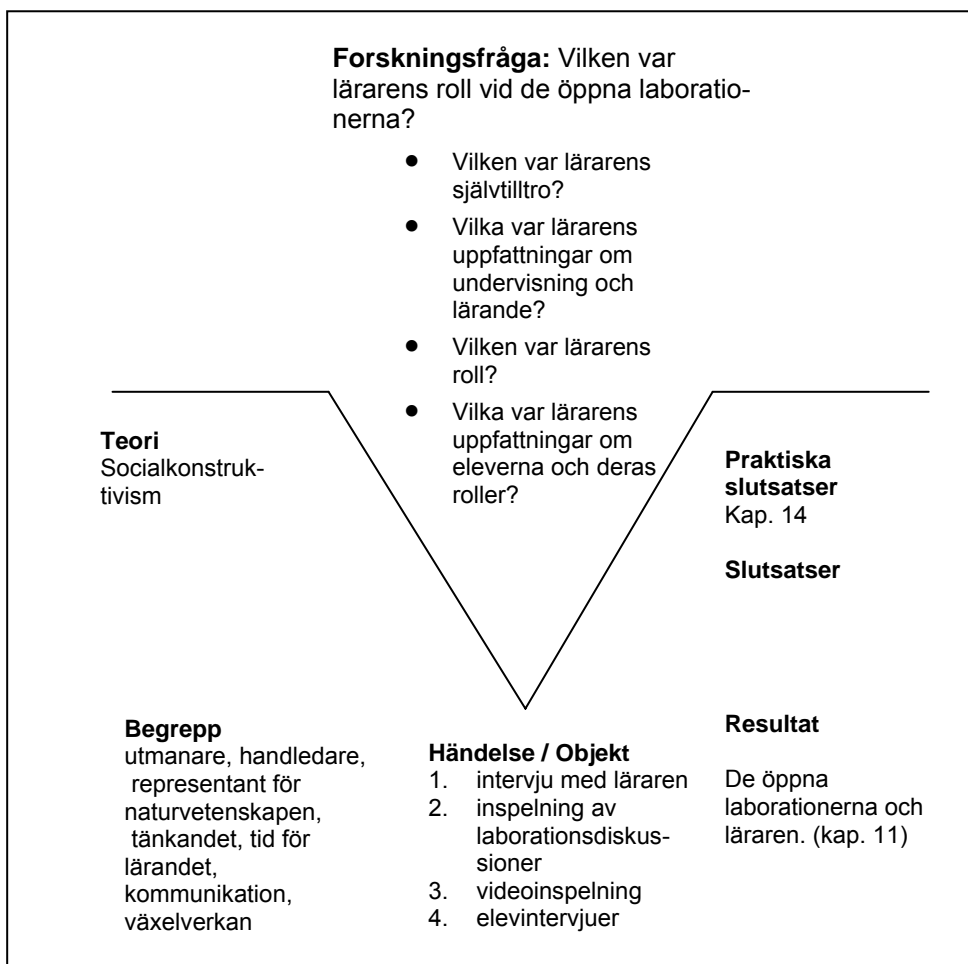
13.4.3 Självuppfattning i kemi och annan självuppfattning

Självuppfattningen inom ett ämnesområde påverkas inte bara av de framgångar eller brist på framgångar man har på området, utan även av jämförelser man gör med sin förmåga på andra ämnesområden (Marsh, 1992). Andelen elever i undersökningsgruppen som utvecklade en positiv självuppfattning i kemi var större än andelen elever som hade en positiv självuppfattning i matematik eller i biologi (kap. 9.8.5). Även andelen elever som ansåg att de är bra på de flesta ämnen i skolan ökade under perioden (tabell 9.13). Med tanke på att kemi, i likhet med de andra naturvetenskapliga ämnena, kan betraktas som ett svårtillgängligt och krävande ämne (se Sjøberg, 2005, s.

130–131) är detta anmärkningsvärt. Framgången i de öppna laborationerna kan ha haft betydelse inte bara för elevernas självuppfattning i kemi, utan även en viss positiv inverkan på deras allmänna akademiska självuppfattning.

Resultaten från denna undersökning tyder på att elevernas erfarenheter från kemikursen inte i någon nämnvärd utsträckning påverkade deras fysiska självuppfattning eller deras sociala självuppfattning. Trots att laborationer innehåller praktiska moment där elevernas förmåga att arbeta med sina händer kommer till uttryck är det sannolikt att andra skolämnen såsom t.ex. de olika slöjdarterna har en större betydelse för elevernas fysiska självuppfattning i fråga om att arbeta praktiskt. Elevernas sociala självuppfattning bör ses i ett större perspektiv där kemilektionerna och laborationerna endast utgör en liten bråkdel av alla de situationer där eleverna konfronteras med andra och utvecklar sin egen sociala självuppfattning.

13.5 Läraren och de öppna laborationerna



Figur 13.4. Den teoretiska bakgrunden, val av datainsamlingsmetoder samt resultat och slutsatser till forskningsfråga 4.

Öppna laborationer i kemiundervisningen innebär att eleverna intar en aktivare roll och att de samtidigt tar över en del av de uppgifter läraren har i en traditionell laboration. Detta medför en ny rollfördelning i klassen och läraren kommer under en lektion med en öppen laboration att inta olika roller.

Utgångspunkten för min analys av läraren i de öppna laborationerna var den modell som jag konstruerat (kap. 3.4.1), enligt vilken lärarens uppfattningar om kunskap, undervisning och lärande, men även lärarens uppfattningar om

sig själv och om eleverna, påverkar hans egen roll i klassen, den roll eleverna får samt kommunikationen inom klassen. Kommunikationen innebär i detta fall såväl den verbala mellan läraren och eleverna som inbördes mellan eleverna, men även den kommunikation läraren ger uttryck för genom sina olika val. Genom att välja öppna laborationer i sin undervisning kommunicerar läraren en tilltro till att eleverna själva klarar av att planera och genomföra en öppen laboration. Genom att kombinera den öppna laborationen med V-diagram kommunicerar läraren uppfattningen att det är betydelsefullt att laborationen förankras i ett teoretiskt sammanhang, d.v.s. laborationen skall inte uppfattas som en ”rolig grej” utan har ett värde även med tanke på eleverna förståelse för laborationerna och dess teoretiska förankring.

13.5.1 Lärarens självtilltro

Användningen av öppna laborationer i kombination med V-diagram var någonting nytt för Maja, läraren i denna undersökning. Hon kom med i projektet därför att hon kände ett behov av att själv få utvecklas och få ny stimulans med tanke på den egna undervisningen (kap. 6.2.1). I samband med en fortbildningskurs hade hon kommit i kontakt med V-diagram och upplevde dem som intressanta. Majas intresse för att själv utvecklas och hennes beredskap att förnya sin egen undervisning var en grundförutsättning för att eleverna skulle få arbeta med öppna laborationer. Tobin (1996, s. 175–189) ser lärarens egen vilja att förändras som en förutsättning för att han överhuvudtaget skall utveckla och förändra sin undervisning. Maja visade också under försöket en förmåga att analysera och se kritiskt på den egna undervisningen då hon gav uttryck för att hon själv trots att hon tidigare undervisat mer öppet än hon de facto gjort (kap 11). Hon upplevde inte denna upptäckt som ett hot mot sin tilltro till sin egen lärarförmåga utan såg arbetet med de öppna laborationerna som en möjlighet för henne själv att utvecklas som lärare.

Maja är utbildad kemilärare med kemi som huvudämne. Då projektet genomfördes hade hon flera års lärarerfarenhet bakom sig. Hon hade även en positiv uppfattning om möjligheten att låta eleverna laborera i kemiundervisningen; hon upplevde att skolans utrustningsnivå med tanke på laborationer var god och såg inte den relativt stora elevgruppen som ett hinder för att

eleverna skulle få laborera. Öppna laborationer innebär utmaningar för eleverna, men även för läraren. Enligt Pintrich & Schunk (2002, s. 233) är en lärare med större tilltro till sin egen förmåga mer benägen att välja utmanande uppgifter än en lärare med svag självförtro. Denna självförtro kan bl.a. bero av lärarens ämneskunskaper, men innehåller även en yttre dimension, som utgörs av faktorer som ligger utanför läraren själv, såsom exempelvis storleken på undervisningsgrupperna och yttre förutsättningar i form av utrymmen och utrustning. De olika faktorerna bidrar till lärarens tilltro till sin förmåga och sina möjligheter att genomföra sin undervisning på ett önskvärt sätt. Majas gedigna ämneskunskaper och hennes kemiundervisning där laborationer varit en väsentlig del, men även henne positiva uppfattningar om möjligheterna att undervisa kemi på ett sätt där laborationen har en framträdande roll, tolkar jag som indikationer på att hon har en positiv självförtro i fråga om att undervisa kemi och specifikt kemi med fokus på det laborativa arbetet. För Maja var inte heller gruppens storlek (21 elever) ett hinder för att låta eleverna arbeta med de öppna laborationerna.

13.5.2 Lärarens uppfattningar om undervisning och lärande

Enligt Maja kan en lärare inte förmedla kunskap till sina elever. Det finns inte några garantier för att eleverna uppfattar det hon berättar för dem på det sätt hon tänkt sig. Hon säger även att hon anser att eleverna lär sig bättre, då de själva skall ”komma underfund med hur någonting fungerar” och hon använder därför laborationer induktivt i sin undervisning.

Utmärkande för arbetet med de öppna laborationerna var interaktionen mellan eleverna samt mellan eleverna och läraren. Majas uppfattningar speglar en socialkonstruktivistisk grundsyn. Hon ser på lärandet ur elevens synvinkel och uppfattar att eleven *lär sig genom det egna tänkandet*. Utgående från de inspelade laborationsdiskussionerna kan man dra slutsatsen att Maja uppfattar att *lärandet har en social dimension* där elevernas kommunikation med varandra spelar en väsentlig roll. Problemen löstes genom att eleverna diskuterade sig fram till lösningar, inte genom att Maja berättade för dem hur de skulle göra. Levävaara (1997) framhåller i sin doktorsavhandling, som behandlar öppna laborationer i grundskolans

fysikundervisning, betydelsen av lärarens syn på lärandet och framhåller att arbetet med öppna laborationer bygger på en konstruktivistisk syn på lärandet. De öppna laborationerna tog och fick ta förhållandevis mycket tid, vilket var väsentligt med tanke på att eleverna i laborationsgrupperna skulle ha möjlighet att diskutera fram en gemensam förståelse för hur problemet skulle lösas. Detta ser jag som en indikation på Majas syn på de öppna laborationerna som tillfällen till värdefullt lärande och en uppfattning om att *lärandet är tidskrävande*. Flera forskare lyfter fram tidsaspekten som synnerligen viktig då eleverna själva skall lösa problem, då de skall utveckla och formulera frågor samt diskutera resultat och tolkningar av resultat (se t.ex. Gunstone & Champagne, 1990; Lunetta, 1998; Berry & al., 1999; Watson, 2000; Hofstein & al., 2005).

Enligt Maja har att de öppna laborationerna också en betydelse för affektiva dimensioner av elevernas lärande. En utmaning, som kanske i första skedet kan få eleverna att känna osäkerhet, men som de märker att de klarar av, kan påverka deras intresse och självkänsla positivt. Majas uppfattning speglar en syn på lärandet där olika dimensioner av lärandet påverkar varandra och där även affektiva mål för lärandet är viktiga. Enligt Novak (1998, s. 112) kan meningsfullt lärande ske då eleverna är engagerade såväl kognitivt som affektivt.

13.5.3 Lärarens roll vid de öppna laborationerna

Arbetet med de öppna laborationerna innebar för Majas del att hon gick in i flera olika roller, beroende på situationen. Även om eleverna gavs ett större eget ansvar vid de öppna laborationerna jämfört med deras ansvar vid traditionella laborationerna hade Maja alltså kvar det övergripande ansvaret för lektionerna och för organisationen av arbetet med de öppna laborationerna. I detta ansvar ingick att disponera tiden, vilket jag diskuterat ovan. Maja tog även ansvar för gruppindelningen. Med detta signalerade hon betydelsen av gruppernas sammansättning och att hon i rollen av lärare var beredd att styra gruppens sammansättning. Detta uppfattades även av de flesta eleverna som någonting positivt, eftersom de såg värdet i att lära sig att samarbeta även med sådana som de, ifall de själva fått välja, inte hade valt att samarbeta med.

Maja i rollen som *utmanare* genomsyrade arbetet med de öppna laborationerna. Det sätt på vilket hon valde att introducera de öppna laborationerna som utmaningar för eleverna (kap. 6.3.2) var betydelsefullt med tanke på deras intresse och motivation (jfr Jones & Kirk, 1990). Elevernas engagemang i de öppna laborationerna samt deras egna kommentarer efter kursen indikerar att de allra flesta upplevde de öppna laborationerna som intressanta. Intresset och de positiva attityderna hade en klar koppling till utmaningarna. Eleverna upplevde laborationerna som intressanta då de själva måste komma på hur de skulle gå tillväga. Hacklin & Fairbrother (1996) framhåller betydelsen av hur uppgiften formuleras då eleverna skall arbeta med öppna laborationer. Små variationer i formuleringen kan göra uppgiften ointressant eller mindre öppen än läraren tänkt sig. Maja gav uttryck för detta då hon efter kursen sade att hon tyckte att hon tidigare genomfört laborationen "Separation av sand och salt" som en öppen laboration. Under detta projekt insåg hon dock att hon styrde eleverna mer än hon själv varit medveten om. Majas tidigare omedvetenhet om hur mycket hon egentligen styrde laborationerna, även då hennes intention varit att laborationen skulle vara öppen, överensstämmer med Watsons uppfattning (2000, s. 60) om att läraren ofta är omedveten om i vilken grad han fattar besluten i klassen. Majas roll kan här samtidigt ses som rollen av en *lärande* i processen med den öppna laborationen (jfr Crawford, 2000).

Själv beskrev Maja sin roll i samband med de öppna laborationerna som en *handledare*. Belägg för en sådan roll hittar man i hennes sätt att hantera elevernas frågor. Hon gav inte färdiga svar på elevernas frågor utan bollade tillbaka frågorna till eleverna, ställde vägledande frågor för att hjälpa dem att själva hitta svar. Hon lämnade inte heller eleverna vind för våg, hon fanns alltid närvarande i klassen och rörde sig bland grupperna, men överlämnade besluten åt eleverna. Hennes didaktiska kunskaper och erfarenhet var väsentliga med tanke på uppgifternas svårighetsgrad, men också med tanke på de förväntningar hon ställde gällande elevernas möjligheter att själva hitta svar på sina frågor. Enligt Pintrich & Schunk (2002, s. 285) är det väsentligt att utmaningarna är på rätt nivå om problemlösningstillfällena skall bli positiva erfarenheter för eleverna. Utmaningar på rätt nivå innebär också att

eleverna i de öppna laborationerna inte förväntas upptäcka sådant som de inte har förutsättningar för att upptäcka.

Även i en undervisning som präglas av att eleverna själva löser problem har läraren en viktig roll som *representant för det naturvetenskapliga samfundet* (jfr Rooth, 1995, s. 126). Resultaten från min undersökning visar att Maja vid flera tillfällen valde denna roll. Hon förväntade sig inte att eleverna skulle upptäcka begrepp och teorier som de inte hade förutsättningar för. Då det fanns behov inledde hon den öppna laborationen genom att presentera bakgrundsteori, genom att presentera laborativa metoder som eleverna skulle ha nytta av i sin undersökning eller t.ex. genom att diskutera metodfrågor såsom hur man genomför en "rättvis undersökning" med variabler och konstanter. Hon gav vid behov eleverna tillgång till begrepp och modeller som var väsentliga för deras undersökning, begrepp och modeller som representerade naturvetenskapligt accepterade uppfattningar. Då Maja tillsammans med klassen diskuterade gruppernas resultat och slutsatser använde hon gruppernas ibland divergerande resultat, för att diskutera frågeställningar kring fel och felkällor och eventuella till orsaker till felen. Jag tolkar denna diskussion som en strävan från hennes sida att, i egenskap av den mer kunniga och erfarna, hjälpa eleverna att utveckla sin förståelse för hur man gör vetenskapliga undersökningar. Enligt Lunetta (1998, s. 253) kan diskussioner kring tolkningar av data hjälpa eleverna att utveckla sin begreppsliga förståelse och sin förståelse för resultatens validitet och generaliserbarhet. I en klassrumsmiljö där det finns utrymme för divergerande resultat kan dessa användas på ett positivt sätt i en diskussion kring orsak och verkan. En laboration behöver inte ha "gått fel" fastän eleverna inte kommit till det resultat läraren tänkt sig. Jämför t.ex. Olsen, Hewson & Lyon (1996) där en av lärarna i deras undersökning såg det som väsentligt att eleverna fick genomföra sina egna undersökningar, även om de inte kom till resultat som var "naturvetenskapligt accepterade". Bland andra framhåller Driver (1995, s. 395) vikten av att eleverna, utöver sina empiriska erfarenheter, får komma i kontakt med begrepp och teorier som de inte kan upptäcka på egen hand, för att de skall kunna bygga upp sin naturvetenskapliga kunskap och förståelse. Wickman (2002, s. 112) betonar betydelsen av läraren som ett språkrör för naturvetenskapen med tanke på elevernas lärande i samband med laborationen. Den s.k. discovery learning-modellen i Storbri-

tannien på 1960-talet har kritiserats för bristen på teoretisk förankring då eleverna primärt skulle lära sig genom mer eller mindre ostrukturerade aktiviteter där de själva styrde sina experiment och sina observationer (Hodson, 1996).

13.5.4 Lärarens uppfattning om eleverna och deras roll vid de öppna laborationerna

Maja beskrev eleverna som ”små forskare” och ”problemlösare”. Detta är i överensstämmelse med mina tidigare slutsatser gällande hennes syn på undervisningen och lärandet, där eleverna har en viktig roll i sitt eget lärande. Enligt denna tolkning ser Maja inte eleverna som passiva mottagare av kunskap utan som aktiva skapare av kunskap i samarbete med sina klasskamrater. Enligt Cronin-Jones (1991) styr lärarens uppfattningar om hur eleverna lär sig hans val av angreppssätt i den egna undervisningen. Maja visar också en lyhördhet för de enskilda elevernas behov. Hon lyfte fram elever med koncentrationssvårigheter och elever med svag självförtroende och enligt henne kan öppna laborationer vara problematiska för dessa elever, vilket även framkom i denna undersökning (se ovan).

Arbetet med de öppna laborationerna genomsyrades av att eleverna innehade rollen som *problemlösare*. Eleverna ställdes inför uppgiften att själva komma underfund med hur de skulle genomföra sin laboration, utan att Maja gav dem direktiv om hur de skulle gå tillväga. Då grupperna diskuterade hur de skulle lösa problemet och ställde frågor till Maja gav hon inte färdiga svar utan vägledande frågor som skulle hjälpa dem att själva hitta svaren. Arbetet byggde på en aktiv kommunikation inom grupperna. Eleverna hjälpte och vägledde varandra och fick därmed även rollen av *handledare* i den egna gruppen. Då Maja lät de olika grupperna berätta om sin egen planering inför hela klassen, för att grupperna på så sätt skulle kunna hjälpa varandra, lyfte hon samtidigt fram elevernas egen handledande roll. Hon visade därmed tilltro till elevernas egen förmåga att lösa problem och att stöda varandra i problemlösningsprocessen.

Majas kommunikation med eleverna vid de öppna laborationerna innebar en större växelverkan mellan eleverna än hon upplevt vid tidigare laborationer,

men även en större växelverkan mellan henne och eleverna. Denna kommunikation präglades av tilltro till eleverna, elevernas gavs stor självständighet. Majas socialkonstruktivistiska syn på lärandet och på laborationerna som värdefulla tillfällen för lärande var betydelsefulla faktorer som påverkade hennes kommunikation med eleverna och hennes beredskap att låta eleverna inta rollerna som problemlösare och handledare.

13.6 Validering

Vid valideringen av min undersökning utgår jag från de kriterier som Cobb (2000a) lyfter fram som väsentliga vid valideringen av designforskning nämligen resultatens generaliserbarhet och trovärdighet. Ytterligare granskar jag undersökningen ur ett nyttoperspektiv, d.v.s. om min undersökning bidrar med någonting nytt till undervisningen i kemi, om resultaten är användbara och om de kan utgöra ett bidrag till att förbättra den laborativa undervisningen, men även undervisning i större perspektiv (jfr Edelson, 2002; The Design-Based Research Collective, 2003).

Försöket med de öppna laborationerna och V-diagrammet genomfördes i en vanlig klass i grundskolan, med klassens ordinarie kemilärare. Då forskaren samarbetar med en praktiserande läraren är det på forskarens ansvar att utveckla projektet så att beslut som fattas och bedömningar som görs under projektet bygger på en delad förståelse mellan forskaren och läraren (Cobb, 1999, s. 330). Detta gör samtidigt att undervisningsexperimentet genomförs i en miljö som ligger nära den kontext i vilken motsvarande undervisning senare kan genomföras. Under detta projekt har det hela tiden pågått en kommunikation mellan mig som forskare och läraren. Inför varje öppen laboration diskuterade vi gemensamt uppbyggnaden av den öppna laborationen och V-diagrammet, samt sammansättningen av de olika laborationsgrupperna, och efter varje laborationstillfälle utvärderade vi gemensamt den gångna laborationen. Genom att implementeringen skedde i vanlig klass, och detta beskrivs i denna avhandling, har strävan varit att bereda möjligheter för andra lärare att ta del av resultaten och kunna anpassa resultaten till sin egen undervisning. Klassen beskrevs av sin lärare som ”normal”, d.v.s. den bestod av såväl elever med goda och svaga skolprestationer som av elever med

specifika problem. Klassen var ”normalstor”, till och med förhållandevis stor med tanke på laborativt arbete. Kravet på generaliserbarhet till andra undervisningssituationer har jag även strävat efter att bemöta genom att noggrant beskriva de olika faktorer som varit betydelsefulla i min design. Det undervisningsmaterial som användes i försöket samt de sätt på vilket det introducerades och användes i klassen är beskrivet.

Genom att studera och beskriva försöket utgående från multipla perspektiv har jag strävat efter att göra det möjligt för läsaren att få en tillräcklig inblick i implementeringen av de öppna laborationerna. Resultaten har beskrivits utgående från enskilda elever men även utgående från ett grupperspektiv, vilket är väsentligt med tanke på att laborationer i allmänhet genomförs gruppvis. I resultaten och analysen lyfter jag också fram problematiska aspekter som arbetet med de öppna laborationerna medförde, vilket hjälper den läsare som vill utnyttja resultaten i den egna undervisningen att förebygga vissa problem. En väsentlig del i resultatredovisningen och analysen är det lärarperspektiv som ytterligare bidrar till möjligheterna för läsaren att utveckla sin egen förståelse för arbetet med de öppna laborationerna och V-diagrammen. Den lärare som deltog i försöket hade flera års erfarenhet som kemilärare och var vald med tanke på att hon skulle ha förutsättningar för att genomföra undervisningen i klassen. Genom att beskriva hennes uppfattningar om lärarens roll, om eleverna och deras lärande samt hennes olika roller i samband med de öppna laborationerna har jag strävat efter att synliggöra betydelsefulla drag i utvecklingsprojektet, vilket underlättar bedömningar av resultatens generaliserbarhet till andra miljöer.

Den noggranna beskrivningen av implementeringen i klass utgör samtidigt ett bidrag till att forskningen blir användbar, vilket också utgör ett validitetskriterium inom designforskningen.

Jag har gett en utförlig och systematisk beskrivning av undersökningens uppbyggnad och de olika metoder som använts. Även analysen och grunden för denna har beskrivits grundligt för att läsaren skall kunna ta del av de val och tolkningar som ligger till grund för mina slutsatser. Den teoretiska grunden och den epistemologiska grundsynen samt de centrala begreppen som arbetet vilar på finns beskrivna i avhandlingen teorikapitel.

Enligt Guba & Lincoln (1988, s. 84) kan forskningens trovärdighet styrkas genom att forskningen får pågå tillräckligt länge. Eleverna arbetade i denna undersökning med fyra öppna laborationer och V-diagram under en sex veckor lång kemikurs. Arbetet med dessa laborationer upptog en dryg fjärdedel av den totala undervisningstiden i kursen. Vid varje laborationstillfälle spelades diskussionen i 2–3 elevgrupper in vilket gjorde det möjligt att detaljerat studera elevernas diskussioner i samband med de öppna laborationerna i efterskott. Aktiviteten i klassen inspelades med videokamera, vilket möjliggjorde studier av vissa moment även efter lektionerna. Andra typer av data, såsom elevernas självvärderingar, enkäter, intervjudata, provsvar och elevernas kursvitsord, insamlades för att betydelsefulla drag i implementeringen och i resultaten skulle kunna identifieras och beskrivas. De olika dokumentationsmetoderna har också gjort det möjligt att noggrant kontrollera och analysera data efter implementeringen.

Triangulering av olika datakällor styrker forskningens trovärdighet, dels genom att svagheter i en källa kan kompenseras av styrkor i en annan (McKenney, Nieveen & van den Akker, 2006, s. 84) dels genom att användning av olika metoder parallellt med varandra ger möjligheter till jämförelser och stöd för tolkningar (Creswell, 2005, s. 514). I min undersökning har användningen av olika datainsamlingsmetoder varit viktig. Vid analysen av kvantitativa data från elevenkäterna användes elevintervjuerna för att styrka tolkningar. Ytterligare kunde resultaten i en del fall bestyrkas genom elevernas självvärdering eller genom uttalanden från läraren. Användning av multipla metoder kan även ge resultat som delvis överlappar varandra och som därmed styrker forskningens pålitlighet. I min undersökning efterfrågades t.ex. elevernas uppfattningar om sitt lärande i samband med de öppna laborationerna både i enkäten och i elevernas självvärderingar. Även i elevintervjuerna lyfte eleverna fram lärandeaspekten i samband med de öppna laborationerna. Resultat som på så sätt överlappade varandra och låg i överensstämmelse med varandra kan därför ses som en indikation på forskningens pålitlighet.

I resultatredovisningen har jag förutom tabeller och figurer använt direkta citat av såväl eleverna som lärarna, vilket ger läsaren tillgång till deltagarnas egna formuleringar, och inte enbart mina tolkningar. Min egen fleråriga

erfarenhet som lärare i kemi i högstadiet, men även som lärarutbildare och fortbildare, har gjort mig väl förtrogen med den kontext i vilken implementeringen genomfördes, men även med den teoretiska bakgrunden till öppna laborationer och V-diagram. Dessa erfarenheter har gett mig en förståelse för forskningsområdet vilket varit betydelsefull vid tolkningar av resultaten. Resultat från min undersökning och tolkningar av resultaten har jag presenterat vid olika forskarseminarier och forskarsymposier såväl inom forskargrupper vid Pedagogiska fakulteten vid Åbo Akademi som vid nationella och nordiska seminarier och symposier och jag har därigenom fått ta del av andra forskares synpunkter på mina resultat och tolkningar av dessa.

Öppna laborationer och V-diagram har inte använts i någon större utsträckning i kemiundervisningen i Svenskinland. Bland målen för kemiundervisningen i läroplansgrunderna för den grundläggande utbildningen ingår att eleverna skall lära sig att genomföra naturvetenskapliga undersökningar samt tolka och presentera resultat (Utbildningsstyrelsen, 2004). Syftet med de öppna laborationerna, vilka utgör en form av naturvetenskaplig undersökning, ligger således i linje med målen i läroplanen. Resultaten från min undersökning bör således vara användbara med tanke på kemiundervisningen, vilket är ett viktigt argument för validiteten i undersökningen, i enlighet med Edelson (2002).

Användningen av en jämförelsegrupp har gett möjligheter till en viss jämförelse ifråga om utvecklingen av attityder, självuppfattning och intresse mellan undersökningsgruppens elever och eleverna i jämförelsegruppen. Resultaten visar att försöket med öppna laborationer och V-diagram åtminstone inte inverkat negativt på elevernas attityder, utan snarast i positiv riktning. Detta resultat stöder tolkningen av resultaten som användbara och de öppna laborationernas samt V-diagrammens potential med tanke på förbättringar i kemiundervisningen, vilket även är i överensstämmelse med syftet med denna avhandling.

Validiteten kan också ses i de förändringar som åstadkommit i ett system. Sådana förändringar eller konsekvenser av ett undervisningsexperiment kan ses som stöd för experimentets validitet (Barab & Squire, 2004). Läraren i undersökningen gav efter kemikursen uttryck för att hon kommit till nya

insikter gällande sin egen undervisning i samband med de öppna laborationerna, och att hennes nya erfarenheter skulle bidra till förändringar i hennes fortsatta undervisning.

14 Diskussion

14.1 Sammanfattande reflektioner

Syftet med denna studie har varit att bidra till utvecklandet av det laborativa arbetet inom kemiundervisningen, samt forskningen kring detta arbete. Laborationerna utgör en väsentlig del av undervisningen i kemi, speciellt inom den grundläggande utbildningen. Samtidigt framförs det på olika håll i världen kritik mot traditionella laborationer, s.k. kokbokslaborationer, för att de i så ringa grad bidrar till att eleverna utvecklar sin begreppsliga förståelse i kemi eller till deras förståelse för hur man arbetar naturvetenskapligt. De öppna laborationerna är en laborationsform där elevernas eget tänkande utmanas genom att de själva skall planera hur de skall lösa problem i laboratoriet. V-diagram utgör ett verktyg vid problemlösningen och ett grafiskt hjälpmedel som kan vara till stöd för elevernas i deras förståelse för vad de gör under laborationen, men även för deras förståelse efteråt.

Eleverna fick inom projektet arbeta med öppna laborationer och V-diagram under sin första kemikurs i årskurs 7. Implementeringen av öppna laborationer och V-diagram har studerats ur ett mångsidigt perspektiv, dels utgående från den enskilda eleven, dels från ett grupperspektiv. Ytterligare har implementeringen studerats utgående från lärarens synvinkel. Lärarperspektivet på de öppna laborationerna har dessutom kompletterats i undersökningen genom att förutsättningar för öppna laborationer i undervisningen har studerats på basis av aktiva lärares uppfattningar.

Utmärkande för elevernas arbete med de öppna laborationerna och V-diagrammen var elevernas eget tänkande och deras förståelse, men också deras samverkan med varandra. Eleverna lyfte själva fram tänkandet som någonting som gjorde laborationerna roliga och intressanta, d.v.s. arbetet med laborationerna påverkade dem både kognitivt och affektivt. Det kognitiva och affektiva engagemanget kan ses som indikationer på att de öppna laborationerna utgjorde tillfällen då meningsfullt lärande kunde ske. En överväldi-

gande majoritet av eleverna upplevde själva att de lärde sig mycket av laborationerna.

Möjligheten att själva få bestämma hur de skulle genomföra laborationerna värdesattes av eleverna. Elevernas intresse för uppgifterna kunde iakttas genom den uthållighet och det engagemang de uppvisade under laborationerna, men många elever uppfattade kemin som ett intressant ämne även efter kemikursen. En stor del av eleverna utvecklade en positiv självuppfattning i kemi, och de flesta uppgav att de förstod vad de gjorde då de laborerade. Det fanns ett positivt samband mellan elevernas förståelse av kemi och deras självuppfattning i kemi. Nivån på utmaningarna som eleverna ställdes inför i samband med de öppna laborationerna var väsentlig med tanke på utvecklingen av en positiv självuppfattning. Läraren och hennes didaktiska kunskaper och ämneskunskaper var betydelsefulla vid utformningen av laborationerna. En lärare behöver goda ämneskunskaper för att kunna avgöra svårighetsgraden i en laboration, men också insikter i elevernas nivå för att kunna avgöra utmaningens svårighetsgrad.

Laborationerna förankring i en vardaglig kontext påverkade elevernas intresse positivt. Eleverna använde sina vardagserfarenheter i problemlösningssprocessen, liksom även sina kunskaper om begrepp och metoder. Kopplingen till vardagen kan också ha bidragit till elevernas förståelse genom att teorin och begreppen därigenom fick en anknytning till elevernas egen värld. Lärarens uppfattningar om vikten av att eleverna får en förståelse för kemin i sin egen vardag var väsentlig.

Problemlösningen i grupp kan ses som betydelsefull både med tanke på elevernas tänkande och förståelse och med tanke på deras självuppfattning. Eleverna kunde i sina laborationsgrupper ge uttryck för sin egen förståelse. De fick konfrontera den med andras uppfattningar, och elever som nått längre i sin förståelse fick möjlighet att hjälpa de andra i en strävan efter att nå en delad förståelse för hur problemen skulle lösas. Detta bidrog sannolikt till en positiv självuppfattning hos en del av eleverna. Då utmaningarna löstes gemensamt inom laborationsgrupperna kunde även elever med svaga skolprestationer, eller elever som inte var speciellt aktiva i problemlösningss-

processen, känna en delaktighet i problemlösningen vilket kan ha inverkat positivt på den egna självbilden.

Utvecklingen i undersökningsgruppen skiljde sig från utvecklingen i jämförelsegruppen, även då denna studerades på skolnivå, genom att den positiva utvecklingen bland majoriteten av eleverna i undersökningsgruppen omfattade olika dimensioner av deras lärande. En klar majoritet av eleverna i undersökningsgruppen utvecklades positivt såväl kognitivt som affektivt. De upplevde att de hade förstått och lärt sig väsentliga begrepp och samtidigt hade de utvecklat ett positivt intresse för kemi och en positiv självuppfattning i kemi.

Lärarens tilltro till eleverna och deras förmåga var viktig såväl med tanke på elevernas kognitiva som med tanke på deras affektiva utveckling. Genom att låta eleverna inta rollen av problemlösare och låta dem ta över ansvaret för planeringen av laborationerna kommunicerade läraren att hon hade förtroende för eleverna och att hon uppfattade att de hade förmåga och färdigheter att klara av utmaningarna. Samma signaler gav hon då hon under arbetets gång valde att bolla tillbaka elevernas frågor genom att själv ställa vägledande frågor, eller genom att låta de olika elevgrupperna beskriva sina planer för varandra, i syfte att grupperna på så sätt skulle hjälpa varandra vidare i arbetet. En lärare som inte tror att eleverna klarar av att ta eget ansvar och lösa problem själva tillsammans med andra i sin grupp väljer troligen bort öppna laborationer från den egna undervisningen.

Genom att inta en roll som representant för det naturvetenskapliga samfundet, och genom att använda V-diagram vid de öppna laborationerna, så att laborationens förankring i teorin synliggjordes, kommunicerade läraren betydelsen av att laborationerna var teoretiskt förankrade. Detta kan i sin tur ha inverkat positivt på elevernas förståelse av laborationen men samtidigt även för den förståelse av kemi som många av eleverna gav uttryck för. Lärarens roll som representant för det naturvetenskapliga samfundet innebar också att eleverna inte förväntades upptäcka samband som de inte hade förutsättningar för att upptäcka. Då olika grupper kom till olika resultat vid en laboration uppfattade hon inte detta som ett misslyckande, utan i stället användes mångfalden i resultaten som en styrka och som grund för den

fortsatta diskussionen, vilket i sin tur kan ha bidragit positivt till elevernas förståelse av laborationen. För en lärare som uppfattar att syftet med en laboration är att eleverna skall komma till ett bestämt resultat, kan elevernas olika förfaringssätt och divergerande resultat upplevas som problematiskt. En lärare som känner sig otrygg i sina ämneskunskaper kan också ha svårare att hantera en situation där olika elevgrupper genomför en laboration på lite olika sätt.

En lärares subjektiva uppfattningar om bl.a. de yttre ramfaktorerna i skolan styr hans val av undervisningsstrategier, och är således avgörande för undervisningens utformning. En lärare som uppfattar att en undervisningsgrupp med 16 elever är för stor med tanke på öppna laborationer väljer sannolikt bort denna laborationsform. I detta utvecklingsprojekt genomfördes undervisningen med öppna laborationer i en klass med 21 elever, vilket inte uppfattades som ett hinder av läraren i fråga. Däremot kunde det enligt hennes uppfattning vara svårare att genomföra öppna laborationer i en klass där många elever har koncentrationssvårigheter.

Lärares syn på laborationens roll i kemiundervisningen är avgörande med tanke på laborationens utformning i undervisningen. En lärare som uppfattar att en öppen laboration inte leder till något resultat, eller att den står i konflikt med läroplanen, eller att den öppna laborationen är för tidskrävande, föredrar troligen andra typer av laborationer. Lärarnas egen brist på erfarenheter av öppna laborationer och av V-diagram försvårar säkerligen implementeringen av dessa i undervisningen. Läraren i denna undersökning hade tidigare använt öppna laborationer i sin undervisning. Hon insåg dock att hon omedvetet tidigare styrt eleverna mer än hon tänkt sig.

Denna studie visar också på en del problematiska faktorer som kan sammankopplas med öppna laborationer. Det huvudsakliga syftet med en öppen laboration är att eleverna skall utveckla sin förmåga att arbeta naturvetenskapligt och lära sig att använda och utveckla sina kunskaper och sin förståelse för begrepp, procedurer och metoder. Att använda öppna laborationer för att upptäcka samband, och speciellt samband mellan kemi på makro- och mikronivå kan däremot vara problematiskt, vilket framkommer i

undersökningen. Vid användningen av öppna laborationer i undervisningen bör läraren därför noggrant tänka igenom syftet med laborationen.

För någon enstaka elev innebar de öppna laborationerna inte helt positiva upplevelser. Resultaten i undersökningen tyder på att öppna laborationer för en elev med svag självuppfattning kan upplevas negativt. Utmaningen kan leda till en känsla av osäkerhet, vilket i sin tur kan bidra till att elever utvecklar negativa attityder till ämnet. För en osäker elev kan en tillrättalagd laboration därför kännas tryggare.

Problemlösning i grupp ställer stora krav på gruppen och samarbetsförmågan inom denna. Detta framkom bl.a. genom att alla elever som deltog i arbetet med de öppna laborationerna efter kemikursen ansåg att gruppens sammansättning var viktig då man laborerar. Resultaten visar att det förekom en del problem i grupperna som kan ha påverkat enskilda elever negativt, även om arbetet i gruppen samtidigt, för ett flertal av eleverna, innebar att deras förståelse utvecklades och att de själva upplevde att de lärde sig av de andra i gruppen.

14.2 Utvecklingsbehov

Resultaten från undersökningen visar att de öppna laborationerna tillsammans med V-diagram har en potential som en laborationsform där eleverna kan utvecklas kognitivt och samtidigt utveckla ett intresse för kemi, men även en positiv självuppfattning i kemi. V-diagrammet är ett grafiskt struktureringsverktyg som kan användas, inte bara inom kemiundervisningen, utan även i en mängd andra undervisningsämnen. Med tanke på elevernas utvecklande av sin begreppsliga förståelse, men också med tanke på deras förståelse av betydelsen av termen "begrepp", skulle det vara till fördel om eleverna arbetat med begreppskartor innan V-diagram introduceras.

För den lärare som går in för att använda öppna laborationer i sin undervisning finns det skäl att noggrant tänka igenom syftet med det laborativa arbetet och med varje enskild laboration. De öppna laborationerna ställer större krav på elevernas samarbetsförmåga, och gruppernas sammansättning

bör därför ägnas stor uppmärksamhet. Undersökningens resultaten tyder på att lärare med svagare ämneskunskaper i kemi ställer sig mera negativa till att själva använda öppna laborationer i sin undervisning. En utveckling mot mera öppna laborationer i kemiundervisning skulle gynnas av att lärare med svaga ämneskunskaper får möjlighet till fördjupade studier i ämnet. Med tanke på att lärarnas brist på erfarenheter av öppna laborationer krävs även didaktisk fortbildning, som innefattar såväl öppna laborationer som användning av V-diagram och begreppskartor i undervisningen. De öppna laborationerna borde också få en mer framträdande roll i olika skeden av lärarutbildningen.

14.3 Implikationer för fortsatt forskning

Denna undersökning genomfördes under en kemikurs i årskurs 7 inom den grundläggande utbildningen. Kursen utgjorde elevernas första kemikurs och innehållet var således på en relativt elementär och förhållandevis praktisk nivå, där grundläggande laborativa arbetsmetoder är en viktig del av kursen. Innehållet i följande kemikurser, som vanligen infaller i årskurs 8, är mer abstrakt och fokus blir alltmer på kemin på mikronivå. Det vore betydelsefullt att utveckla forskningen kring öppna laborationer och V-diagram till ett mera longitudinellt projekt, där eleverna under förslagsvis hela den grundläggande utbildningen, utöver traditionella laborationer, även skulle arbeta med öppna laborationer i kombination med V-diagram. Detta skulle ge en grund för att studera elevernas lärande i samband med en mer långsiktig användning av öppna laborationer tillsammans med V-diagram. Då elevernas kunskaper i kemi och deras erfarenheter av att arbeta självständigt ökar, kan svårighetsgraden höjas i de öppna laborationerna. Det vore betydelsefullt att även elevernas egna frågeställningar skulle beaktas i de öppna laborationerna.

I de finländska gymnasierna har laborationen inte haft samma plats eller status inom kemiundervisningen som i högstadiet. Sedan år 1996 har det dock bland kemifrågorna i studentexamen ingått en fråga med laborativ anknytning, vilket kan ses som en indikation på en strävan mot mer laborativ undervisning i gymnasiet. Ett viktigt utvecklings- och forskningsområde vore därför laborationerna i gymnasiets kemikurser, där de öppna laborationerna

tillsammans med V-diagram kunde utgöra en väsentlig del. Ett intressant forskningsobjekt vore även en undersökning av sambandet mellan elevernas erfarenheter av att själva planera undersökningar i laboratoriet och deras benägenhet att välja, samt förmåga att besvara, en laborativ studentexamensfråga. Tills vidare har den laborativa frågan i allmänhet besvarats av relativt få elever och kvaliteten på svaren har varit förhållandevis låg.

I min undersökning utvärderades elevernas lärande av de öppna laborationerna och V-diagrammen med en provfråga där de teoretiskt i ett V-diagram skulle beskriva en plan för en enkel undersökning. Vid en fortsatt forskning kring öppna laborationer och V-diagram kunde en praktisk utvärdering utgöra en del av forskningsprojektet. En praktisk laborativ utvärdering borde ingå i kemiundervisningen mera generellt. Även om det inte finns teoretiska hinder för detta finns det tyvärr praktiska. Laborativa prov kan vara svåra att administrera och är tidskrävande. Detta är dock ett forskningsområde där det finns mycket att göra, såväl för att utveckla material och metoder som för att utveckla praktiska lösningar som lärarna använda i sin pedagogiska verklighet.

Summary

“It was interesting when you had to think so much.”

Open investigations and Vee-heuristics within education in chemistry.

Introduction

The lack of interest in science among young people in the industrial world is an increasing problem today and a challenge for science education (Sjøberg, 2005). Moreover, every citizen should possess the ability to be able to raise critical questions and search for reliable answers. Therefore, there is a need for students to be given more opportunities to ask questions in order to express and investigate their own ideas in science, which can promote positive attitudes in science. Favourable attitudes among students toward science and learning science are important goals for science education (Osborne & al., 2003).

During the last decades the quality of the laboratory work in school chemistry has been questioned among educational researchers. In much of the laboratory work, students merely follow recipes and do not need to think very much. The impact of the laboratory work on the cognitive development of the students has also been questioned (see for example Hodson, 1993; Hodson, 1996).

Science courses have been criticised for being irrelevant to students' everyday lives and experiences, since they do not equip students with the scientific knowledge and abilities they need in a modern society (Bennett & al., 2005).

Theoretical background

According to constructivism, knowledge cannot be transferred from one person to another: everybody has to construct their own knowledge (Tobin & Tippin, 1993, s. 3-9). What the learners already know is important for their construction of meaning. Although knowledge is an individual construction, it is also a social construction. Knowledge must be viable not only personally but also in a social context. Students develop their knowledge through interaction with their peers and with their teacher. In this interaction the teacher represents the scientific community and has the responsibility to ensure that essential concepts are available for the students when they need them to understand their own investigations. When students form the meaning of experiences they engage in thinking, feeling and acting (Novak, 1998). Meaningful learning can take place when learners choose to relate new information to the ideas they already possess.

In the laboratory, students should be encouraged to articulate and share their ideas (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007, s. 405). Laboratory work formulated as problems for students to solve can challenge their thinking (Hacklin & Fairbrother, 1996). When students work with open investigations in the laboratory they have to plan their work themselves (Lunetta, 1998, s. 255; Garnett & al., 1995). In the problem-solving process, students may develop their logical argumentation and rational thought, which in turn may provide them with a sense of confidence in their own capabilities (Driver, 1985, s. 82). The teacher can be seen as a coach who designs the task in a challenging way for the students, albeit at a complexity appropriate to the students' current abilities (Rooth, 1995, s. 243-248). As a coach, the teacher should also support the students during their work with the open investigations. The Vee-heuristic was developed by Bob Gowin in order to help students and instructors clarify the nature and purpose of laboratory work in science (Novak & Gowin, 1984, s. 55).

In this study, students work with open investigations together with Vee-heuristics. When students plan their own investigations they gain a greater control of their work. They can feel a sense of ownership of their investigations, which can affect their interest in a positive way. When students,

together with their peers, manage to solve problems in the laboratory, their self-concept in chemistry may be influenced in a favourable way.

Objectives of the study

The first objective of this study was to contribute to the development of laboratory work within education in chemistry at comprehensive school. The second objective was to contribute to research by careful study of the implementation of open investigations and a modified version of Gowin's Vee, and by describing the implementation from different perspectives. The focus of the study has been on affective variables of students' learning, such as self-concept, beliefs, attitudes and interest. The third objective was to describe the opportunities for open investigations in the teaching of chemistry from teachers' viewpoints.

Methodology and research methods

In this study developmental research was used as the research methodology. The students' beliefs, attitudes, self-concept and interest were studied before and after their first chemistry course through questionnaires, interviews and self assessment. The communication in the laboratory group was studied with the help of audio and video recordings in the class during the open investigations. The beliefs and attitudes of the teacher were studied through interviews before and after the chemistry course. Teachers' attitudes to laboratory work and their use of open investigations were studied with the help of a questionnaire. This questionnaire was sent to the chemistry teachers in Finnish comprehensive schools having Swedish as the language of instruction.

The implementation of the study

The study was carried out in the first chemistry course for grade-7 students (13-14 years old) in a Finnish comprehensive school having Swedish as the language of instruction. The students worked with four open investigations together with Vee-heuristics in their first chemistry course. The problems were chosen by me as a researcher together with the teacher. The teacher introduced the investigations in the class as problems for the students to solve

in the laboratory. The problems were all context-based and the students could relate them to their own lives. The Vee-heuristics were used by the students in their laboratory groups during planning, while carrying out their investigations, and as a form of report from their laboratory work. The laboratory groups consisted of 2-5 students, chosen by the teacher. There were 21 students in the class, 10 girls and 11 boys. This group is referred to in this study as the investigations group. A control group consisting of 383 grade-7 students in ten comprehensive schools in Finland was used to ensure the class didn't differ from other classes of the same age in any significant way. The use of the control group made it possible to study whether potential changes in beliefs, attitudes, self concept and interest were common among students during their first chemistry course, or if potential changes were specific to the students in the investigation group.

Results and conclusions

The majority of the students in the investigation group said they had learned much during their chemistry lessons and during the open investigations, and they thought they understood what they were doing during the investigations. For many of them the open investigations were characterised by thinking. The planning in the small groups seemed to be important with regard to the students' understanding. Each laboratory group had to plan their investigation before they were allowed to start with the practical work. Several examples from the discussions in different groups indicate interactive processes and efforts to reach some kind of intersubjectivity. The students could develop their own understanding in the dialogue with other members of the group and with the teacher. The open investigations were occasions when the students could express their own beliefs. Students who had developed a deeper understanding of the problem and of problem solving had opportunities to express their understanding and to try to help other members of the group. When solving the problems, students used their experiences from former chemistry lessons, as well as from their everyday lives, in the process. The small groups were important with regard to the students' learning. Several students said they had learned from others in the group during the investigations, and some of the students also said they had helped other members of

their group in their learning. The students found the composition of the groups important.

The Vee-heuristic was used in different ways by the students. Some of the groups used it like a map when they planned their investigation, others started with the planning and made notes in the Vee after they had decided how to do the investigation. Some students mentioned they had used their Vee-heuristics afterwards when they were preparing for the examination at the end of the chemistry course. The answers in the questionnaire show that the majority of students found the Vee-heuristics helpful for their understanding of the investigations.

The open investigations combined with Vee-heuristics seemed to have a positive influence on the attitudes and interest of many of the students in the investigations group. Most of the small groups were very focused on the task during the open investigations. They were persistent and all groups finished their work at every lesson with an open investigation. The groups were also willing to do more than one experiment when needed, in order to obtain more credible results. This can be seen as an indication of situational interest. After the chemistry course, most of the students in the investigations group thought chemistry was an interesting subject, and although many of them had positive expectations before the course, the majority had found the chemistry course more interesting than they had expected. For some of the students, the situational interest seems to have turned into a more personal interest in chemistry. In the control group, the proportion of students with positive attitudes and interest in chemistry after the chemistry course was smaller.

The students' "ownership" of the investigations appears to have been important for their interest. Some of them said they valued the opportunities to plan and think for themselves. But the process in the group also seemed to be important for the interest. The open investigations could all be related to the everyday life outside the chemistry laboratory, which probably affected the attitudes and the interest of the students positively.

The majority (76 %) of the students in the investigations group developed a strong self-concept in chemistry. In the control group the corresponding

proportion was less than half of the group (46 %). The students' understanding of the open investigations, and of chemistry in particular, probably had an important positive influence on their self-concept in chemistry. The open investigations were challenges to the students and to their thinking. The small groups managed to solve the problems, sometimes after much discussion and deliberation, which appeared to affect their interest and their self-concept in a positive way. The opportunity to help others in the group in their understanding seemed to have affected the self-concept positively for some of the students.

A few of the students, however, did not feel comfortable with the open investigations. They felt insecure and said they preferred laboratory work where the teacher provided clear instructions what to do. One student with a weak academic self-concept had problems with his understanding and he also developed a weak self-concept within chemistry. Although the problem solving in the groups provided the members with the possibility to develop their understanding, at the same time the group work was very sensitive to problems within the group. For a student with low status or with a weak self-concept this could affect his or her learning in a negative way.

The teacher in this study gained new insight into her own teaching and into the learning of the students through working with open investigations and Vee-heuristics. She found that students interact more during the open investigations compared to their interaction during traditional laboratory work. She realised that she had guided the students more before, even when she believed she had let them work very openly. During the open investigations she noticed that the students formulated their own beliefs when they were allowed to work independently in their groups. The students took the role of problem solvers. The teacher's own role in the investigations was to be a coach and supporter, not a director. At the same time she represented the science community and her task was to provide the students with access to the theories and concepts they needed in order to understand their investigations. For the teacher, the use of Vee-heuristics was new. She thought they were a useful and flexible tool which she was convinced she would use in the future.

This study shows that the use of open investigations is uncommon in chemistry courses in Finnish comprehensive schools having Swedish as their language of instruction. The majority of the teachers who answered the teacher-questionnaire had positive attitudes to open investigations although they had not used them yet. Teachers usually have no experience of this kind of laboratory work. During their university studies, the laboratory work has been formulated as recipes and they have never planned their own investigations. This does not make them well prepared for this kind of work in their own teaching. Some of the teachers answered that they do not use and that they do not even plan to use open investigations. There were different justifications. Some of the teachers found this kind of laboratory work too difficult for the students and some thought they did not have enough time. Two of the teachers answered that the teacher himself does not know how to conduct the students work during open investigations.

The results of the study show that open investigations, combined with Veeheuristics, provide opportunities for students to learn meaningfully, in a way to activate their thinking. They can develop their understanding in the discussion with their peers, and in this study many of the students developed an interest and strong self-concept in chemistry. For the teacher it is important to be aware of group-related problems. Especially for students with a weak self-concept, open investigations can be a threat and they might prefer laboratory work where the teacher provides clear instructions on what to do. Many teachers feel uncomfortable with open investigations because of their lack of experience. More open investigations during chemistry lessons would probably demand in-service teacher training in order to make them comfortable with this kind of laboratory work, as well as more open investigations in pre-service teacher education.

Referenser

- Abrams, E. (1997). Talking and doing science: Important elements in a teaching-for-understanding approach. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee & J. D. Novak (Eds.), *Teaching science for understanding. A human constructivist view*. London: Elsevier Academic Press.
- Ahtee, M. & Levävaara, H. (1992). V-tyyliä. *Dimensio* 56 (9), 23-27.
- Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behaviour*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Aksela, M. (2005). Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach. [Online]. Tillgänglig (1.4.2008): <http://ethesis.helsinki.fi>
- Aksela, M. & Juvonen, R. (1999). *Kemian opetus tänään*. Opetushallitus. Moniste 27/99. Helsinki: Edita.
- Alsop, S. (2005a). Bridging the Cartesian divide: science education and affect. In S. Alsop (Ed.), *Beyond cartesian dualism. Encounter affect in the teaching and learning science*. Dordrecht: Springer.
- Alsop, S. (2005b). Motivational beliefs and classroom contextual factors: Exploring affect of exemplary practice. In S. Alsop, L. Bencze & E. Pedretti (Eds.), *Analyzing exemplary teaching*. Berkshire: Open University Press.
- Ames, C. & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation. *Journal of Educational Psychology*, 80 (3), 260-267.
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84 (3), 261-271.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13 (1), 1-12.
- Artigue, M. & Perrin-Glorian, M-J. (1991). Didactic engineering, research and development tool: Theoretical problems linked to this duality. *For the Learning of Mathematics*, 11 (1), 13-18.
- Ault, C. R., Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). Construction Vee maps for clinical interviews on molecule concepts. *Science Education*, 68 (4), 441-462.
- Ausubel, D. P. (1962). A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention. *The Journal of General Psychology*, 66, 213-244.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1968). *Educational psychology. A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Baird J. R. (1990). Metacognition, purposeful enquiry and conceptual change. In E. Hegarty-Hazel, E. (Ed.), *The students laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Baird, J. H. & Penna, C. (1997). Perception of challenge in science learning.

- International Journal of Science Education, 19 (10), 1195-1209.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy. The exercise of control. New York: W. H. Freeman and Company.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13 (1), 1-14.
- Bauersfeld, H. (1988). Interaction, construction and knowledge: Alternative perspectives for mathematics education. In T. Cooney & D. Grouws (Eds.), *Effective Mathematics Teaching*. Reston VA: National Council of Teachers in Mathematics and Lawrence Erlbaum.
- Bell, P. (2004). On the theoretical breadth of design-based research in education. *Educational Psychologist*, 39 (4), 243-253.
- Benckert, S., Johansson, O., Petterson, S., Norman, R. & Aasa, S. (2005). Gruppdiskussioner kring kontextrika problem i fysik – Hur ska problemen utformas? *NorDiNa*, 1 (2), 36-50.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and Learning Science. A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I. & Waddington, D. (2005). Context-based and conventional approach to teaching chemistry: Comparing teachers' views. *International Journal of Science Education*, 27 (13), 1521-1547.
- Bennett, J. & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 999-1015.
- Berry, A., Mulhall P., Gunstone, R. & Loughran, J. (1999). Helping students learn from laboratory work. *Australian Science Teachers' Journal*, 45 (1), 27-31.
- Blumenfeld, P. C. (1992). Classroom learning and motivation: Clarifying and expanding goal theory. *Journal of Educational Psychology*, 84 (3), 272-281.
- Bong, M. & Clark, R. E. (1999). Comparison between self-concept and self-efficacy in academic motivation research. *Educational psychologist*, 34 (3), 139-153.
- Bong, M. & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, 15 (1), 1-40.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2 (2), 141-178.
- Burton, G., Holman, J., Pilling, G. & Waddington, D. (1992). *Chemical Storylines*. Oxford: Heinemann Educational Publishers.
- Butler, R. (1987). Task-involving and ego-involving properties of evaluation: Effects of different feedback conditions on motivational perceptions, interest and performance. *Journal of Educational Psychology*, 79 (4),

- 474-482.
- Byrne, B. M. (1984). The general/academic self-concept nomological network: A review of construct validation research. *Review of Educational Research*, 54 (3), 427-456.
- Byrne, B. M. (1996). *Measuring self-concept across the life span: Issues and instrumentation*. Washington (DC): American Psychological Association.
- Campbell, B., Lazonby, J., Millar, R., Nicolson, P., Ramsden, J. & Waddington, D. (1994). Science: The Salters approach – a case study of the process of large scale curriculum development. *Science Education*, 78 (5), 415-447.
- Carr, M., Barker, M., Bell, B., Biddulph, F., Jones, A., Kirkwood, V. Pearson, J. & Symmington, D. (1994). The constructivism paradigm and some implications for science context and pedagogy. In P. Fensham, R. Gunstone & R. White (Eds.), *The content of science. A constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press.
- Chin, C. & Kayalvizhi, G. (2002) Posing problems for open investigations: what questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20 (2), 269-287.
- Clarke, D. (2001). Untangling uncertainty, negotiation and intersubjectivity. In D. Clarke (Ed.), *Perspectives on practice and meaning in mathematics and science classrooms*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Cobb, P. (1996). Where is the mind? A coordination of sociocultural and cognitive constructivist perspectives. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivism: theory, perspectives and practice*. New York: Teachers College Press.
- Cobb, P. (2000a). Conducting teaching experiments in collaboration with teachers. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research in mathematics and science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Cobb, P. (2000b). Constructivism in social context. In L. P. Steffe (Ed.) *Constructivism in action: Building on the pioneering work of Ernst von Glasersfeld*. London: Routledge Falmer. [Online]. Tillgänglig (29.04.2008): <http://site.ebrary.com/>
- Cobb, P. & Bauersfeld, H. (1995). The coordination of psychological and sociological perspectives in mathematics education. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *Emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32 (1), 9-13.
- Cohen, E. G. (1994). *Designing groupwork. Strategies for the heterogeneous classroom*. New York: Teachers College Press.
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. (1989). *Cognitive Apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics*. In L. Resnick (Ed.), *Cognition and instruction: Issues and agendas*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13 (1), 15-42.
- Covington, M. V. & Omelich, C. L. (1979). Effort: The double-edged sword in school achievement. *Journal of Educational Psychology*, 71 (2), 169-182.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (9), 916-937.
- Crawford, B. A., Krajcik, J. S. & Marx R. W. (1999). Elements of a community of learners in a middle school science classroom. *Science Education*, 83 (6), 701-723.
- Creswell, J. W. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*, 2nd Ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Cronin-Jones, L. L. (1991). Science teacher beliefs and their influence on curriculum implementation: Two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (3), 235-250.
- Csikszentmihalyi, M. (1985). Emergent motivation and the evolution of the self. In A. D. Kleiber & M. L. Maehr (Eds.), *Advances in motivation and achievement*. Vol 4. Greenwich, CT: JAI Press.
- Csikszentmihalyi, M., (1992). *Flow. Den optimala upplevelsens psykologi*. Stockholm: Bokförlaget Natur och Kultur.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). If we are so rich, why aren't we happy? *American Psychologist*, 54 (10), 821-827.
- De Jong O. & Taber. K. S. (2007). Teaching and learning the many faces of chemistry. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science teaching*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G. & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26 (3 & 4), 325-346.

- Dewey, J. (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. New York: Macmillan.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Lexington, MA: Heath. (Nytryck 1998). Boston: Houghton Mifflin Company.
- Driver, R. (1985). *The pupil as scientist?* Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R. (1995). Constructivist approach to science teaching. In Steffe, L. P. & Gale, J. (Eds.) *Constructivism in Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science. Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Duggan S. & Gott R. (1995). The place of investigations in practical work in the UK National Curriculum for Science. *International Journal of Science Education*, 17 (2), 137-147.
- Duit, R. & Treagust, D. F. (1998). Learning in science – From behaviourism towards social constructivism and beyond. In B. J. Frazer & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Dweck, C. S. & Leggett, E. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95 (2), 256-273.
- Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41 (10), 1040-1048.
- Eccles, J. (1983). Expectancies, values and academic behaviours. In S. T. Spence (Ed.): *Achievement and achievement motives*. San Fransisco: Freeman.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values and goals. In S. T. Fiske, D. L. Schacter & C. Sahn-Waxler (Eds.), *Annual review of psychology*. Palo Alto, CA: Annual Reviews. [Online]. Tillgänglig (31.01.07):
<http://harrisschool.uchicago.edu/Centers/chppp/pdfs/eccles.pdf>
- Edelson, D. C., (2002). Design-research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11 (1), 105-121.
- Eklund, B. (2006). Parallella, dynamiska representationer i gymnasiefysiken. Implementering av ett interaktivt datorvektyg i didaktiska situationer och uppfattning av effektivt lärande. Doktorsavhandling. Åbo: Åbo Akademis Förlag.
- Elliot, E. S. & Dweck, C. S. (1988). Goals: An approach to motivation and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54 (1), 5-12.
- Engström, C., Backlund, P., Berger, R. & Grennberg, H. (2000). *Kemi A. Temaboken*. Stockholm: Bonniers Utbildning.

- Enochs, L. G., Scharmann, L. C. & Riggs, I. M. (1995). The relationship of pupil control to preservice elementary science teacher self-efficacy and outcome expectancy. *Science Education*, 79 (1), 63-75.
- Esiobu, G. O. & Soyibo, K. (1995). Effects of concept and Vee mappings under three learning modes on student' cognitive achievement in ecology and genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (9), 971-995.
- Ford, M. (1992). *Motivating humans: Goals, emotions and personal agency beliefs*. Newbury Park, CA: Sage.
- Gardner, P. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Gardner, P. & Gauld, C. (1990). Labwork and student' attitudes. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Garnett P. J., Garnett P. J. Hacklin M. W. (1995). Refocusing the chemistry lab: A case for laboratory-based investigations. *Australian Teachers Journal*, 21(2), 26-32.
- Gayford, C. (1992). Patterns of group behaviour in open-ended problem solving in science classes of 15-years-old students in England. *International Journal of Science Education* 14 (1), 41-49.
- Giota, J. (2001). Adolescents' perception of school and reasons for learning. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Giota, J. (2002). Skoleffekter på elevers motivation och utveckling. *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 7 (4), 279-305.
- Glynn, S. M. & Duit, R. (1995). Learning science meaningfully: Constructing conceptual models. In S. M. Glynn & R. Duit (Eds.), *Learning science in schools. Research reforming practice*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gott, R. & Mashiter, J. (1991). Practical work in science – a task-based approach? In B. E. Woolnough (Ed.), *Practical science*. Buckingham: Open University Press.
- Gott R. & Duggan S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- Gravemeijer, K. (1998). Developmental research of a research method. In A Sierpinksa & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity*. Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- Gravemeijer, K. & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*. London: Routledge.
- Guba, E. G. & Lincoln, Y. S. (1988). Naturalistic and rationalistic enquiry. In J. P. Keeves (Ed.), *Educational research, methodology and*

- measurement: An international handbook. Oxford: Pergamon Press.
- Gunstone R. F. & Champagne A. B., (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.). *The students laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Guskey T. R. & Passaro, P.D. (1994). Teacher efficacy: A study of construct dimensions. *American Educational Research*, 31 (3), 627-643.
- Gutwill-Wise, J. P. (2001). The impact of active and context-based learning in introductory chemistry courses: an early evaluation of the modular approach. *Journal of Chemical Education*, 78 (5), 684-690.
- Hacklin M. W. & Fairbrother R. W. (1996). Helping students to do open investigations in science. *Australian science teacher journal*, 42 (4), 26-33.
- Harackiewicz, J., Barron, K., Tauer, J., Carter, S. & Elliot, A. (2000). Short-term and long-term consequences of achievement goals: Predicting interest and performance over time. *Journal of Educational Psychology*, 92 (2), 316-330.
- Harlen, W., Black, P. & Johnson, S. (1981). *Science in schools: Age 11*. APU Science Report for Teachers No. 1. London: HMSO.
- Hegarty- Hazel, E. (1990). Tertiary laboratory classroom. In E. Hegarty-Hazel (Ed.) *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Hegarty-Hazel, E. (Ed.) (1990). *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Hewson, P. W. (1996). Teaching for conceptual change. In D. F. Treagust, R. Duit & B. J. Fraser (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics*. London: Teachers College Press.
- Hickey, D. T. (1997). Motivation and contemporary socio-constructivist instructional perspectives. *Educational Psychologist*, 32 (3), 175-193.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 69 (4), 549-571.
- Hidi, S. & Harackiewicz, J. (2000). Motivating the academically unmotivated: a critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70 (2), 151-179.
- Hill, G., Holman, J., Lazonby, J., Raffan, J. & Waddington, D. (1989). *Chemistry the Salters' approach*. Oxford: Heinemann Educational Books Ltd.
- Hodson D. (1993) Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Hodson, D., (1996). Laboratory work as a scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28 (2), 115-135.

- Hodson D. (1998). Teaching and learning science. Towards a personalized approach. Buckingham: Open University Press.
- Hofstein, A. Ben Zvi, R. & Samuel, D. (1976). The measurement of interest in and attitudes to laboratory work among Israeli high school chemistry students. *Science Education*, 60 (3), 401-411.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (1982). The role of laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52 (2), 201-217.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Hofstein, A., Shore, R. & Kipnis, M. (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: a case study. *International Journal of Science Education*, 26 (1), 47-62.
- Hofstein, A., Navon, A., Kipnis, M. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7), 791-806.
- Iran-Nejed, A. (1987). Cognitive and affective causes of interest and liking. *Journal of educational psychology*, 7 (2), 120-130.
- Jagacinski, C. M. & Nicholls, J. G. (1984). Conceptions of ability and related affects in task involvement and ego involvement. *Journal of Educational Psychology*, 76 (5), 909-919.
- Jagacinski, C. M. & Nicholls, J. G. (1987). Competence and affect in task involvement and ego involvement: The impact of social comparison information. *Journal of Educational Psychology*, 79 (2), 107-114.
- Jakubowski, E. (1993). Constructing potential learning opportunities in middle grade mathematics. In: K. Tobin (Ed.). *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Jenkins, E. W. (1998). Practical work in school science – some questions to be answered. In: J. Wellington (Ed.): *Practical work in school science. Which way now?* London: Routledge.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 7, 701-703.
- Jonassen, D. H., Beissner K. & Yacci, M. (1993). *Structural knowledge: Techniques for representing, conveying and acquiring structural knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associated.
- Jones, A. T. & Kirk, C. M. (1990) Introducing technological applications into the physics classroom: Help or hindrance to learning? *International Journal of Science Education*, 12 (5), 481-490.

- Jones, M. G. & Carter, G. (1997). Small groups and shared constructions. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee & J. D. Novak (Eds.), *Teaching science for understanding. A human constructivist view*. London: Academic Press.
- Jones, M. G. & Carter, G. (2007). Science teacher attitudes and beliefs. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Juuti, K. & Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: One step towards methodology. *NorDiNa*, 2 (4), 54-67.
- Kanerva, K., Karkela, L. & Valste, J. (1995). *Katalys 1*. Borgå: Söderströms & C:o Förlags Ab.
- Kelly, A. (1986). The development of children's attitudes to science. *European Journal of Science Education*, 8 (4), 399-412.
- Kelly, A. E. (2003). Research as design. *Educational Researcher*, 32 (1), 3-4.
- Kempa, K. (1986). *Assessment in science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kempa, R. F. & Ayob, A. (1991). Learning interactions in group work in science. *International Journal of Science Education*, 13 (3), 341-354.
- Kempa, R. F. & Ayob, A. (1995). Learning from group work in science. *International Journal of Science Education*, 17 (6), 743-754.
- Klopfer, L. E. (1990). Learning scientific enquiry in the student laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Koballa, T. R. Jr. (1988). Attitude and related concepts in science education. *Science Education*, 72 (2), 115-126.
- Koballa, T. R. Jr. (1995). Children's attitudes toward learning science. In S. M. Glynn & R. Duit (Eds.), *Learning science in the school*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Koballa, T. R. & Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook on research on science education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Krapp, A., Hidi, S. & Renninger, K. A. (1992). Interest, learning and development. In K. A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp. (Eds.), *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, New York: Erlbaum.
- Kurtén-Finnäs B. (2000) *Det laborativa arbetet i högstadiets kemiundervisning i Finland*. I J. Sjöberg & S-E. Hansén (Red.) *Kasvatus tulevaisuuteen. Pedagogik för framtiden. Rapporter från Pedagogiska Fakulteten vid Åbo Akademi*.
- Kurtén-Finnäs, B. (2001) *Studentkemi och laborativt arbete*. *Dimensio* 65 (4), 44-48.
- Kurtén-Finnäs, B. & Björkqvist, O. (1998). *Kemiskt kylskåp och förgasad*

- tavelkrita. Skollaborationer med förslag till utvärderingsmetoder. Vasa: Pedagogiska Fakulteten vid Åbo Akademi.
- Kurtén-Finnäs, B., Molander, O., Røj, S. & Vuori, S. (2003). Oktetten. Arbetsbok 1. Borgå: Söderströms.
- Kurtén-Finnäs, B., Molander, O., Røj, S. & Vuori, S. (2004). Oktetten. Arbetsbok 2. Borgå: Söderströms.
- Kurtén-Finnäs, B., Molander, O., Røj, S. & Vuori, S. (2005). Oktetten. Arbetsbok 3. Borgå: Söderströms.
- Kvale, S. (1997). Den kvalitativa forskningsintervjun. Lund: Studentlitteratur.
- Kärkkäinen, S. (2004). Biologiaa oppimassa Vee-heuristiikka ja käsitekartat kahdeksaluokkalaisten talviprojektissa. (Användningen av V-heuristik och begreppskartor i åttondeklassisters vinterprojekt i lärandet av biologi.). Doktorsavhandling. Joensuu: Joensuun yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja n:o 96.
- Lampiselkä, J., Savinainen, A. & Viiri, J. (2007). Teaching methods in science. In E. Pehkonen, M. Ahtee & J. Lavonen (Eds.), *How Finns learn mathematics and science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Lavonen, J. Jauhiainen, J., Koponen, I. T. & Kurki-Suonio, K. (2004). Effect of a long-term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in physics education. *Journal of Science Education*, 26 (3), 309-328.
- Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Lazonby, J. N., Nicolson, P. E. & Waddington, D. J. (1992). Teaching and learning the Salter's way. *Journal of Chemical Education*, 69 (11), 899-902.
- Leach, J. & Paulsen, A. C. (Eds.) (1999). *Practical work in science education – recent research studies*. Frederiksberg C: Roskilde University Press.
- Lehman, J. D., Carter, C. & Kahle, J. B. (1985). Concept mapping, Vee mapping and achievement: Results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (7), 663-673.
- Lester, F. K., Garofaro, J. & Kroll, D. L. (1989). Self-confidence, interest beliefs and metacognition: Key influences on problem-solving behaviour. In D. B. McLeod & V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective*. New York: Springer.
- Levävaara, H. (1997). Opettajan ja oppilaan käsitysten kohtaaminen. Avoin tutkimus peruskoulun valo-opin opetuksessa. (Mötet mellan lärarens och elevens uppfattningar. Den öppna laborationen i grundskolans

- optikundervisning.) Helsinki: Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 174.
- Levävaara, H., Kuusjärvi, P., Pohjola, M. & Voutilainen, E. (2003). *Högstadiets kemi. Atomos 8. (5 tryckningen.)* Borgå: Söderströms & C:o Förlags AB.
- Linn, M. C. & Burbules, N. C. (1993). Construction of knowledge and group learning. In K. Tobin (Ed.), *The Practice of Constructivism in Science Education* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Linnanmäki, K. (2002). *Matematikprestationer och självuppfattning. En uppföljningsstudie i relation till skolspråk och kön. Doktorsavhandling.* Åbo: Åbo Akademis Förlag.
- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory and practice. In K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education: Research and Practice*. [Online]. Tillgänglig (28.02.2008): http://www.uoi.gr/cerpt/2004_October/05.html
- Marsh, H. W. (1986). Verbal and math self-concepts: An internal/external frame for reference model. *American Educational Research Journal*, 23 (1)129-149.
- Marsh, H. W. (1990). The structure of academic self-concept: The Marsh/Shavelson model. *Journal of Educational Psychology*, 82 (4), 623-636.
- Marsh, H. W. (1992). Content specificity of relations between academic achievement and academic self-concept. *Journal of Educational Psychology*, 84 (1), 35-42.
- Marsh, H. E. & Shavelson, R. J. (1985). Self-concept: Its multifaceted, hierarchical structure. *Educational Psychologist*, 20 (3), 107-125.
- Marsh, H. W., Byrne, B. M. & Shavelson, R. L. (1988). A multifaceted academic self-concept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 80 (3), 366-380.
- Marton, F. & Booth, S. (2000). *Om lärande*. Lund: Studentlitteratur
- Marx, R. W., Freeman, J. G., Krajcik, J. S. & Blumenfeld, P. C. (1998). Professional development of science teachers. In B. J. Fraser & K. G. Tobin, (Eds.), *International Handbook of Science Education*.

- Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- McKenney, S., Nieveen, N. & van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*. London: Routledge.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Mead, G. H., (1934). *Mind, self and society*. Chicago: University of Chicago Press.
- Meece, J. L., Blumenfeld, P. C. & Hoyle, R. H. (1988). Students' goal orientation and cognitive engagement in classroom activities. *Journal of Educational Psychology*, 80 (4), 514-523.
- Messick, S. (1992). The interplay of evidence and consequences in the validation of performance assessment. *Educational Researcher*, 23 (2), 13-23.
- Millar, R. (1991). A means to an end: the role of processes in science education. In B. E. Woolnough (Ed), *Practical Science*. Buckingham: Open University Press.
- Millar, R. (1998). Rhetoric and reality: what practical work in science education is *really* for. In J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science. Which way now*. London: Routledge.
- Millar, R. & Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- Millar, R., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J-F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (2000). Assessing science understanding: The epistemological Vee diagram. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee & J. D. Novak (Eds.), *Assessing science understanding. A human constructivist view*. London: Academic Press.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85 (3), 424-436.
- Nationalencyklopedin. [Online]. <http://www.ne.se/>
- Newton, D. P. (2003). *Undervisa för förståelse. Vad det är och hur man gör*. Lund: Studentlitteratur.
- Nieswandt, M. (2007). Student affect and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7), 908-937.

- Novak, J. D. (1980). Methodological issues in investigating meaningful learning. In W. F. Archemhold, R. Driver, A. Orton & C. Wood-Robinson (Eds.). *Cognitive development. Research in Science and mathematics*. Leeds, UK: University of Leeds Printing Service.
- Novak, J. D. (1988) Learning science and the science of learning. *Studies in science education*, 15, 77-101.
- Novak, J. D. (1990). The interplay of theory and methodology. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Novak, J. D. (1997) The pursuit of a dream: Education can be improved. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee. & J. D. Novak, (Eds.), *Teaching science for understanding. A human constructivist view*. New York: Academic Press.
- Novak J. D. (1998). *Learning, creating and using knowledge*. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Novak, J. D. (2002) Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86 (4), 548-571.
- Novak, J. D., Gowin, B. & Johansen, G. T. (1983). The use of concept mapping and knowledge Vee with Junior High School science students. *Science Education*, 67 (5), 625-645.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984) *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., Mintzes, J. J. & Wandersee, J. H. (1999). Learning, teaching and assessment: A human constructivist perspective. In J. J. Mintzes., J. H. Wandersee & J. D. Novak (Eds.), *Assessing Science Understanding. A Human constructivist view*. New York: Academic Press.
- Olson, J. K. (1990). Teacher's cognition of their subject and laboratory work in science. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory in the science curriculum*. London: Routledge.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A Review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62 (3), 307-332.
- Pajares, M. F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66 (4), 543-578.
- Pehkonen, E. (2001a). A hidden regulating factor in mathematics classrooms: mathematics-related beliefs. In M. Ahtee, O. Björkqvist, E. Pehkonen & V. Vatanen (Eds.), *Research on mathematics and science education*. Jyväskylä: University Printing House.

- Pehkonen, E. (2001b). Lärares och elevers uppfattningar som en dold faktor i matematikundervisningen. I B. Grevholm (Red.), *Matematikdidaktik – ett nordiskt perspektiv*. Lund: Studentlitteratur.
- Pekmez, E. S., Johnson, P. & Gott, R. (2005). Teachers' understanding of the nature and purpose of practical work. *Research in Science & Technological Education*, 23 (1), 3-23.
- Phelbs, E., & Damon, W. (1989). Problem solving with equals: Peer collaboration as a context for learning mathematics and spatial concepts. *Journal of Educational Psychology*, 81 (4), 639-646.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W. & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63 (2), 167-199.
- Pintrich, P. R. & Schunk D. H. (2002). *Motivation in education. Theory, research and applications*, 2nd Ed. New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of scientific concepts: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Psillos, D. & Niedderer, H. (eds.) (2002). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Ramsden, J. M. (1997). How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+? *International Journal of Science Education*, 19 (6), 697-710.
- Ramsden, J. M. (1998). Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20 (2), 125-137.
- Rathunde, K. (1993). The experience of interest: A theoretical and empirical look at its role in adolescent talent development. In P. Pintrich & M. Maehr (Eds.), *Advances in motivation and achievement*. Vol. 8. Greenwich, CT: JAI Press.
- Rathunde, K. & Csikzentmihalyi, M. (1993). Undivided interest and the growth of talent: A longitudinal study of adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 22 (1), 1-21.
- Rentoul, A. J., & Frazer B. J. (1979). Conceptualization and assessment of enquiry-based or open-classroom learning environments. *Journal of Curriculum Studies*, 11 (3), 233-245.
- Resnick, L B. (1987). Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16 (2), 13-20.
- Richey, R. C. & Nelson, W. A. (1996). Development research. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 1213-1245). London: MacMillan.

- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2000). *Kjemi i skolen – undervisning och läring*. Kristiansand: HöyskoleFörlaget. Norwegian Academic Press.
- Rosenberg, M. (1979). *Conceiving the self*. New York: Basic Books.
- Roth, W-M. (1993a). *Construction sites: Science labs and classroom*. In K. Tobin (Ed.). *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Roth, W-M (1993b). *Metaphors and Conversational analysis as tools in reflection on teaching practice: two perspectives on teacher-student interactions in open-inquiry science*. *Science Education*, 77 (4), 351-373
- Roth, W-M. (1995). *Authentic school science. Knowing and learning in open-inquiry science laboratories*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Roth, W-M. (2006). *Learning from laboratory activities*. In K. Tobin (Ed.), *Teaching and learning science. A Handbook. Volume 1*. London: Praeger.
- Roth, W-M. & Roychoudhury, A. (1993). *The development of science process skills in authentic contexts*. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (2), 127-152.
- Roychoudhury, A. & Roth, W-M. (1996). *Interactions in an open-inquiry physics laboratory*. *International Journal of Science Education*, 18 (4), 423-445.
- Ruble, D. N., Parsons, J. E. & Ross, J. (1976). *Self-evaluative responses of children in an achievement setting*. *Child Development*, 47 (4), 990-997.
- Salomon, G. & Globerson, T. (1989). *When teams do not function the way they ought to*. *Journal of Education Research*, 13 (1), 89-99.
- Scheirer, M. A. & Kraut, R. E. (1979). *Increasing educational achievement via self concept change*. *Review of Educational Research*, 49 (1), 131-150.
- Schibeci R. A. (1983). *Selecting appropriate attitudinal objectives for school science*. *Science Education*, 67 (5), 595-603.
- Schiefele, U. (1991). *Interest, learning and motivation*. *Educational Psychologist*, 26 (3 & 4), 299-323.
- Schunk, D. H. (1991). *Self-efficacy and academic motivation*. *Educational Psychologist*, 26 (3 & 4), 207-231.
- Schwartz, A. T., Bruce, D. M., Silberman, R. G., Stanitski, C. L., Stratton, W. J. & Zipp, A. P. (1997). *Chemistry in context, 2nd Ed. Applying chemistry to society*. Dubuque: American Chemical Society.
- Seels, B. B. & Richey, R. C. (1994). *Instructional technology: the definition and domain of the field*. Washington, DC: Association of Educational Communications and Technology.

- Sequeira, M., Leite, L. & Duarte, M. (1993). Portuguese science teachers' education, attitudes and practice relative to the issue of alternative conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 845-56.
- Séré M-G (2002). Towards renewed research questions from the outcomes of the European project *Labwork in science education*. *Science Education*, 86 (5), 624-644.
- Shavelson R. J., Hubner, J. J. & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46 (3), 407-441.
- Shavelson, R. J. & Bolus, R. (1982). Self-concept: The interplay of theory and methods. *Journal of Educational Psychology*, 74 (1), 3-17.
- Shavelson, R. J. & Marsh, H. W. (1986). On the structure of self-concept. In R. Schwerzer (Ed.), *Anxiety and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shavelson, R. J., Phillips, D. C., Towne, L. & Feuer, M. J. (2003). On the science of education design studies. *Educational researcher*, 32 (1), 25-28.
- Shiland, T. W. (1999). Constructivism: The implications for laboratory work. *Journal of Chemical Education*, 76 (1), 107-109.
- Shrigley, R. L. (1983). The attitude concept and science teaching. *Science Education*, 67 (4), 425-442.
- Shrigley, R. L., Koballa, Jr. T. R. & Simpson, R. D. (1988). Defining attitude for science educators. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (8), 659-678.
- Sigel, I. E. (1985). A conceptual analysis of beliefs. In E. Sigel (Ed.), *Parental belief systems: The psychological consequences for children*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Silverström, C. (2002). Modersmål och litteratur i sex år. En utvärdering av inlärningsresultat i modersmål och litteratur hos elever som slutför årskurs 6 i den grundläggande utbildningen år 2002. Helsingfors: Utbildningsstyrelsen.
- Simon, S. (2000). Students' attitudes towards science. In M. Monk & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching. What research has to say*. Buckingham: Open University Press.
- Simpson, R. D., Koballa, T. R. Jr., Oliver, J. S. & Crawley III, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Sivan, E. (1986). Motivation in social constructivist theory. *Educational Psychologist*, 21 (3), 209-233.
- Sjøberg, S. (2005). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.

- Skaalvik, E. M. (1997). Issues in research on self-concept. In M. L. Maehr & P. R. Pintrich (Eds.), *Advances in motivation and achievement*. Vol. 10. London: JAI Press Inc.
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (1998). *Barns selvoppfatning – skolens ansvar*. Oslo: Tano.
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (2002). Internal and external frames of reference for academic self-concept. *Educational psychologist*, 37 (4), 233-244.
- Stanitski, C. L. (1988). *ChemCom. Chemistry in the community. A project of the American Chemical Society*, 3rd Ed. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Tabak, I. (2004). Reconstructing context: Negotiating the tension between exogenous and endogenous educational design. *Educational Psychologist*, 39 (4), 225-233.
- Tamir, P. (1987). Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science Education*, 73 (1), 59-69.
- Tamir P. (1991). Practical work in school science: an analysis of current practice. In B. E. Woolnough (Ed.), *Practical Science*. Buckingham: Open University Press.
- Tamir, P. (1996). Science assessment. In M. Birenbaum & F. Dochy, *Alternatives in assessments, learning processes and prior knowledge*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- The Design-based research collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32 (1), 5-8.
- Tobin, K. (1993). Constructivist perspectives on teacher learning. In K. Tobin (Ed.). *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Tobin, K. (1996). Analytical and holistic approach to research on teacher education. In D. F. Treagust, R. Duit & B. J. Fraser (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics*. London: Teachers College Press.
- Tobin, K. & Tippin, D. (1993). Constructivism as a referent for teaching and learning. In K. Tobin (Ed.). *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Tobin, K., Tippins, D. J. & Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Torn, E. (2004). *Kemia on kivaa. Tutkimus luonnontieteellisesti lahjakkaiden peruskoulun 9. luokkalaisten käsityksistä kemian opetusjärjestelyistä*. Doktorsavhandling. Helsinki: Helsingin Yliopiston soveltavan

- kasvatustieteen laitos, tutkimuksia 254.
- Trowbridge, J. E. & Wandersee, J. H. (1997) Theory-Driven Graphic Organizers. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, & J. D. Novak (Eds.), Teaching science for understanding. A human constructivist view. New York: Academic Press.
- Ugwu, O. & Soyibo, K. (2004). The effect of concept and Vee mappings under three learning modes on Jamaican eight graders' knowledge of nutrition and plant reproduction. *Research in Science & Technological Education*, 22 (1), 41-58.
- Utbildningsstyrelsen (1995). Grunderna för grundskolans läroplan 1994. Helsingfors: Tryckericentralen.
- Utbildningsstyrelsen (2004). Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2004. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.
- van den Akker, J. (1999). Principles and methods of developmental research. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen & T. Plomp (Eds.), Design approaches and tools in education and training. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- van den Akker, J., Gravemaijer, K. McKenney, S. & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. In J. van den Akker, K. Gravemaijer, S. McKenney, & N. Nieveen, (Eds.), Educational design research. London: Routledge.
- Watson, R. (2000). The role of practical work. In M. Monk & J. Osborne (Eds.), Good practice in science teaching. What research has to say. Buckingham: Open University Press.
- Watts, D. M. & Gilbert, J. K. (1989). The 'new learning': Research, development and the reform of school science education. *Studies in Science Education*, 16, 75-121.
- Webb, N. M. (1982). Student interaction and learning in small groups. *Review of Educational Research*, 52 (3), 421-445.
- Webb, N. M. (1989). Peer interaction and learning in small groups. *International Journal of Educational Research*, 13 (1), 21-39.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science. Time for a re-appraisal. In J. Wellington (Ed.): Practical work in school science. Which way now? London: Routledge.
- Wellington, J. (Ed.) (1998). Practical work in school science, Which way now? London: Routledge.
- Wentzel, K. R., (1989). Adolescent classroom goals, standards for performance and academic achievement: An interactionist perspective. *Journal of Educational Psychology*, 81 (2), 131-142.
- Wentzel, K. (1991). Social competence in school: Relationship of social responsibility and academic achievement. *Review of Educational Research*, 61 (1), 1-24.

- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75 (1), 9-21.
- White, R. T. (1988). *Learning Science*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.
- Wickman, P.-O. (2002). Vad kan man lära sig av laborationerna? I H. Strömdahl (red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Wigfield, A & Karpathian, M. (1991). Who am I and what can I do? Children's self-concept and motivation in achievement situations. *Educational psychology*, 26 (3 & 4), 233-261.
- Wigfield, A. & Eccles, J. (1992). The development of achievement task value: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12 (2), 265-310.
- Wigfield, A., Eccles, J. S., Yoon, K. S., Harold, R. D., Arbretton, A. J. A., Freedman-Doan, C. & Blumenfeld, P. C. (1997). Change in children's competence beliefs and subjective task values across the elementary school years: A 3-year study. *Journal of Educational Psychology*, 89 (3), 451-496.
- von Glasersfeld, E. (1993). Questions and answers about radical constructivism. In K. Tobin (Ed.). *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Woolnough, B. E. (1991). Practical Science as a Holistic Activity. In B. E. Woolnough (Ed), *Practical Science*. Buckingham: Open University Press.
- Woolnough, B. (Ed.) (1992). *Practical science*. Buckingham: Open University Press.
- Woolnough, B. E. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zumdahl, S. S. & Zumdahl, S. A. (2000). *Chemistry*. 4th Ed. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Åhlberg, M. & Ahoranta, V. (2005). Menetelmiä YK:n kestävä kehityksen kasvatuksen vuosikymmenelle 2005-2014. I L. Houtsonen & M. Åhlberg, (Red.). *Kestävä kehityksen edistäminen oppilaitoksissa*. Helsinki: Hakapaino Oy. (Opetushallitus).

Bilaga 1. Frågor i elevenkät före kemikursen.

1. Jag trivs i skolan
2. Jag är bra på de flesta ämnen i skolan
3. Det är viktigt att kunna matematik
4. Jag är bra i biologi (miljö- och naturkunskap, MN)
5. Jag har lätt för att komma överens med andra
6. Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan
7. Jag tycker att matematik är svårt
8. Jag har lätt för att lära mig
9. Jag tycker om att göra experiment
10. Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass
11. Jag känner mig ofta dum i skolan
12. Jag är bra på att jobba med händerna
13. Jag ser fram emot att få ha kemi
14. Jag är bra på att planera
15. Jag låter gärna andra bestämma
16. Jag gillar matematik
17. Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå kemi
18. Jag tycker att jag har nytta av det jag lärt mig i biologi (miljö- och naturkunskap, MN)
19. Jag trivs i min klass
20. Jag klarar mig ungefär lika bra som alla andra i klassen
21. Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig
22. Jag har lätt för att lära mig matematik
23. Jag tror att jag kan ha nytta där hemma av det jag lär mig i kemi (t.ex. då jag lagar mat)
24. Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra
25. Jag önskar att jag slapp gå i skolan
26. Jag tycker biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är intressant
27. Jag gillar inte att planera vad jag skall göra
28. Jag tycker om att vara den som bestämmer
29. Jag ser helst på när någon annan gör experiment
30. Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi
31. Jag är bra på att hitta på saker
32. Jag är bättre än många andra i klassen i matematik
33. Jag är rädd för att jag måste göra farliga experiment i kemi
34. Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv
35. Jag tycker det är viktigt att jag lär mig kemi
36. Jag gillar uppgifter där jag måste tänka
37. Matematik är ett av mina svagaste ämnen
38. Jag är intresserad av alla skolämnen

39. Jag tycker att biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är svårt

40. Jag hör till de bästa i klassen

41. Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt

42. Det är viktigt att kunna kemi

Vilka två av dina klasskamrater är du helst tillsammans med?

Bilaga 2. Frågor i elevenkät efter kemikursen.

1. Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass
2. Jag är bra på att jobba med händerna
3. Jag har lätt för att lära mig
4. Jag trivs i skolan
5. Jag har lätt för att komma överens med andra
6. Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra
7. Jag önskar att jag slapp gå i skolan
8. Jag tycker om att vara den som bestämmer
9. Jag är bra på att hitta på saker
10. Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan
11. Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv
12. Jag gillar uppgifter där jag måste tänka
13. Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig
14. Jag är bra på de flesta ämnen i skolan
15. Jag gillar inte att planera vad jag skall göra
16. Jag låter gärna andra bestämma
17. Jag är bra på att planera
18. Jag trivs i min klass
19. Det är viktigt att kunna kemi
20. Då man laborerar måste man tänka mycket
21. Man måste vara bra i matematik för att kunna kemi
22. Jag förstår vad jag gör då jag laborerar
23. Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt
24. Jag tror att jag har nytta där hemma av det jag lär mig i kemin (t.ex. då jag lagar mat)
25. Jag ser helst på då någon annan gör experiment
26. Då vi laborerar tänker jag på det vi lärt oss i teorin, för att lösa uppgiften
27. Jag har svårt att förstå det vi tar upp på kemitimmarna
28. Labbrapporten (V-diagrammet) hjälper mig att förstå laborationen
29. Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå teorin bättre
30. Jag tycker om att laborera
31. Jag tycker att det är viktigt att jag lär mig kemi
32. Jag gillar laborationer där vi själva skall planera hur vi skall göra
33. Jag tycker att jag är bra i kemi
34. Då vi laborerar hjälper jag andra i gruppen om de inte har förstått
35. Jag har nytta av det jag lärt mig under laborationerna
36. Jag tycker att kemi är ett intressant ämne
37. Laborationerna hjälper mig att förstå viktiga begrepp
38. Jag lär mig praktiska saker då vi laborerar

39. Jag tycker det är onödigt att skriva labbrapport (V-diagram)
40. Jag lär mig av de andra i gruppen då vi laborerar
41. Jag förstår det mesta av det vi tagit upp i kemi
42. Då vi laborerar tänker jag på saker i vardagen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften
43. Jag ser fram emot kemitimmarna
44. Gruppens sammansättning är viktig då vi laborerar
45. Kemi har motsvarat mina förväntningar
46. Jag gillar laborationer där man måste tänka
47. Då vi laborerar tänker jag på saker i naturen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften
48. Jag har lärt mig mycket under kemitimmarna
49. Jag tycker att jag lär mig mycket då vi laborerar
50. Kemi har varit intressantare än jag väntade mig
51. Vi har gjort flera experiment som jag upplevt som farliga
52. Jag lär mig mycket då vi i gruppen måste skriva vad vi skall göra

Bilaga 3. Sammanställning av elevsvar från enkät före kemikursen.

U: Undersökningsgrupp, J: Jämförelsegrupp.

Fråga	Grupp	Sant		Delvis sant		Delvis sant / delvis fel		Delvis fel		Fel	
		st	%	st	%	st	%	st	%	st	%
Allmänt om skolan											
Jag trivs i skolan	U	5	24	9	43	6	29	0	0	1	5
	J	127	33	166	43	67	18	18	5	4	1
Jag trivs i min klass	U	6	29	11	52	4	19	0	0	0	0
	J	230	61	115	30	26	7	6	2	3	1
Jag önskar att jag slapp gå i skolan	U	3	14	1	5	4	19	7	33	6	29
	J	53	14	48	13	103	27	74	20	99	26
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	U	5	24	16	76	0	0	0	0	0	0
	J	143	38	170	45	54	14	10	3	4	1
Jag känner mig ofta dum i min klass	U	1	5	1	5	6	29	7	33	6	29
	J	11	3	35	9	57	15	105	28	170	45
Jag är intresserad av alla skolämnen	U	0	0	3	14	6	29	5	24	7	33
	J	22	6	75	20	106	28	86	23	88	23
Uppfattningar om mig själv											
Jag är bra på de flesta ämnen i skolan	U	3	14	9	43	5	24	3	14	1	5
	J	71	19	136	36	143	38	28	7	2	1
Jag har lätt för att lära mig	U	2	10	6	30	8	40	4	20	0	0
	J	74	20	173	46	104	28	16	4	10	3
Jag klarar mig ungefär lika bra som alla andra i klassen	U	9	43	7	33	3	14	2	10	0	0
	J	188	49	135	35	53	14	6	2	1	0
Jag hör till de bästa i klassen	U	1	5	4	19	12	57	1	5	3	14
	J	27	7	66	18	155	42	56	15	69	18
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	U	1	5	3	14	9	43	7	33	1	5
	J	39	10	81	21	124	33	87	23	46	12
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	U	3	16	6	32	9	47	1	5	0	0
	J	76	20	131	35	113	30	42	11	13	3
Jag är bra på att planera	U	3	14	9	43	7	33	2	10	0	0
	J	41	11	127	33	161	42	37	10	15	4
Jag gillar inte att planera vad jag skall göra	U	0	0	2	10	6	29	6	29	7	33
	J	30	8	71	19	136	36	78	21	64	17
Jag är bra på att hitta på saker	U	3	15	7	35	8	40	2	10	0	0
	J	64	17	120	32	129	34	49	13	14	4
Jag är bra på att jobba med händerna	U	6	29	11	52	3	14	0	0	1	5
	J	83	22	159	42	108	29	19	5	6	2

Fråga	Grupp	Sant		Delvis sant		Delvis sant / delvis fel		Delvis fel		Fel	
		st	%	st	%	st	%	st	%	st	%
Uppfattningar om mig själv i relation till andra											
Jag har lätt för att komma överens med andra	U	6	29	10	48	4	19	1	5	0	0
	J	147	39	178	47	51	13	2	1	2	1
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	U	0	0	3	15	5	25	6	30	6	30
	J	14	4	44	12	90	24	106	28	125	33
Jag låter gärna andra bestämma	U	4	19	8	38	6	29	3	14	0	0
	J	57	15	146	38	135	35	28	7	16	4
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	U	2	10	4	19	11	52	3	14	1	5
	J	92	24	119	31	121	32	33	9	15	4
Jag tycker om att vara den som bestämmer	U	2	10	4	19	9	43	5	24	1	5
	J	33	9	47	12	155	40	98	26	51	13
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	U	6	29	1	5	8	38	4	19	2	10
	J	58	15	82	22	131	35	68	18	39	10
Uppfattningar om och attityder till matematik											
Det är viktigt att kunna matematik	U	10	48	8	38	3	14	0	0	0	0
	J	244	64	106	28	26	7	3	1	3	1
Jag tycker att matematik är svårt	U	2	10	4	19	4	19	8	38	3	14
	J	49	13	102	27	94	25	83	22	52	14
Jag gillar matematik	U	2	10	6	29	2	10	9	43	2	10
	J	44	12	96	25	98	26	64	17	77	20
Jag har lätt för att lära mig matematik	U	4	19	6	29	6	29	4	19	1	5
	J	69	18	141	37	104	27	45	12	21	6
Jag är bättre än många andra i klassen i matematik	U	2	10	5	24	6	29	6	29	2	10
	J	31	8	57	15	123	32	79	21	90	24
Matematik är ett av mina svagaste ämnen	U	3	14	2	10	5	24	4	19	7	33
	J	56	15	37	10	64	17	84	22	138	36
Uppfattningar om och attityder till biologi											
Jag är bra i biologi (miljö- och naturkunskap, MN)	U	6	29	8	38	5	24	1	5	1	5
	J	73	19	176	46	107	28	20	5	5	1
Jag tycker att jag har nytta av det jag lärt mig i biologi (miljö- och naturkunskap MN)	U	7	35	5	25	2	10	5	25	1	5
	J	118	31	174	46	73	19	11	3	5	1
Jag tycker biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är intressant	U	7	33	1	5	8	38	2	10	3	14
	J	99	26	127	33	95	25	39	10	21	6
Jag tycker att biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är svårt	U	1	5	1	5	5	24	5	24	9	43
	J	5	1	22	6	94	25	129	35	122	33

Fråga	Grupp	Sant		Delvis sant		Delvis sant / delvis fel		Delvis fel		Fel	
		st	%	st	%	st	%	st	%	st	%
Uppfattningar om och attityder till kemi och experiment											
Jag ser fram emot att få ha kemi	U	11	52	10	48	0	0	0	0	0	0
	J	167	44	128	34	71	19	13	3	1	0
Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi	U	2	10	9	43	10	48	0	0	0	0
	J	30	8	115	31	196	52	31	8	5	1
Jag tror att jag kan ha nytta där hemma av det jag lär mig i kemi (t.ex. då jag lagar mat)	U	4	19	11	52	6	29	0	0	0	0
	J	107	28	128	34	95	25	33	9	14	4
Jag tycker det är viktigt att jag lär mig kemi	U	2	10	12	57	7	33	0	0	0	0
	J	92	24	131	35	126	33	27	7	2	1
Det är viktigt att kunna kemi	U	4	19	13	62	4	19	0	0	0	0
	J	115	30	137	36	114	30	12	3	3	1
Jag tycker om att göra experiment	U	14	70	5	25	1	5	0	0	0	0
	J	199	53	105	28	62	16	7	2	6	2
Jag ser helst på när någon annan gör experiment	U	0	0	1	5	5	24	8	38	7	33
	J	27	7	84	22	125	33	73	19	72	19
Jag är rädd för att jag måste göra farliga experiment i kemi	U	1	5	0	0	1	5	4	19	15	71
	J	6	2	19	5	43	11	85	22	225	60
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt	U	2	10	3	14	11	52	4	19	1	5
	J	49	13	69	18	133	35	75	20	51	14
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå kemi	U	8	38	9	43	4	19	0	0	0	0
	J	142	37	150	39	74	19	10	3	4	1

Bilaga 4. Sammanställning av elevsvar från enkät efter kemikursen.

U: undersökningsgruppen, J: jämförelsegruppen

Fråga	Grupp	Sant		Delvis sant		Delvis sant / delvis fel		Delvis fel		Fel	
		st	%	st	%	st	%	st	%	st	%
Allmänt om skolan											
Jag trivs i skolan	U	9	43	9	43	3	14	0	0	0	0
	J	166	46	116	32	59	16	10	3	8	2
Jag trivs i min klass	U	13	62	8	38	0	0	0	0	0	0
	J	195	54	122	34	34	9	6	2	5	1
Jag önskar att jag slapp gå i skolan	U	3	14	0	0	7	33	5	24	6	29
	J	45	13	41	11	106	30	76	21	91	25
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	U	9	43	10	48	2	10	0	0	0	0
	J	120	34	151	42	71	20	12	3	4	1
Uppfattningar om mig själv											
Jag är bra på de flesta ämnen i skolan	U	5	24	10	48	5	24	0	0	1	5
	J	82	23	115	32	106	30	44	12	12	3
Jag har lätt för att lära mig	U	4	19	14	67	3	14	0	0	0	0
	J	73	20	141	39	116	32	21	6	8	2
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	U	1	5	5	24	8	38	6	29	1	5
	J	29	8	62	17	128	36	79	22	59	17
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	U	3	14	6	29	6	29	6	29	0	0
	J	54	15	113	31	98	27	71	20	23	6
Jag är bra på att planera	U	2	10	13	62	5	24	1	5	0	0
	J	34	9	111	31	142	39	60	17	13	4
Jag gillar inte att planera vad jag skall göra	U	1	5	2	10	8	38	8	38	2	10
	J	32	9	55	15	131	36	89	25	53	15
Jag är bra på att hitta på saker	U	4	19	9	43	8	38	0	0	0	0
	J	54	15	118	33	133	37	44	12	9	3
Jag är bra på att jobba med händerna	U	10	48	9	43	1	5	0	0	1	5
	J	91	25	153	43	100	28	12	3	4	1
Uppfattningar om mig själv i relation till andra											
Jag har lätt för att komma överens med andra	U	5	25	12	60	3	15	0	0	0	0
	J	135	38	176	49	40	11	5	1	2	1
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	U	1	5	2	10	4	19	7	33	7	33
	J	7	2	23	6	69	19	107	30	153	43
Jag låter gärna andra bestämma	U	6	30	6	30	5	25	2	10	1	5
	J	58	16	130	36	138	38	21	6	16	4
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	U	1	5	6	30	5	25	5	25	3	15
	J	46	13	79	22	116	33	69	19	46	13

Fråga	Grupp	Sant		Delvis sant		Delvis sant / delvis fel		Delvis fel		Fel	
		st	%	st	%	st	%	st	%	st	%
Jag tycker om att vara den som bestämmer	U	2	10	5	25	11	55	2	10	0	0
	J	28	8	54	15	136	38	89	25	51	14
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	U	4	20	5	25	8	40	2	10	1	5
	J	74	21	94	26	123	34	45	13	21	6
Då vi laborerar hjälper jag andra i gruppen om de inta har förstått	U	11	52	8	38	2	10	0	0	0	0
	J	98	27	123	34	97	27	26	7	18	5
Jag lär mig av de andra i gruppen då vi laborerar	U	4	20	8	40	7	35	1	5	0	0
	J	33	9	97	27	138	39	53	15	34	10
Gruppens sammansättning är viktig då vi laborerar	U	12	57	9	43	0	0	0	0	0	0
	J	115	32	122	34	109	30	11	3	5	1
Uppfattningar om och attityder till kemi											
Kemi har motsvarat mina förväntningar	U	4	19	7	33	8	38	2	10	0	0
	J	74	21	108	30	137	38	22	6	17	5
Kemi har varit intressantare än jag väntade mig	U	8	38	7	33	5	24	0	0	1	5
	J	77	21	86	24	93	26	58	16	47	13
Jag tycker att kemi är ett intressant ämne	U	13	62	5	24	0	0	3	14	0	0
	J	98	27	97	27	97	27	46	13	24	7
Jag ser fram emot kemitimmarna	U	9	45	4	20	6	30	1	5	0	0
	J	54	15	75	21	119	33	70	20	40	11
Jag tror att jag kan ha nytta därhemma av det jag lär mig i kemin (t.ex. då jag lagar mat)	U	9	45	5	25	5	25	0	0	1	5
	J	66	18	90	25	116	32	54	15	34	9
Jag tycker att det är viktigt att jag lär mig kemi	U	4	20	10	50	5	25	1	5	0	0
	J	70	19	123	34	117	32	36	10	16	4
Det är viktigt att kunna kemi	U	7	33	12	57	2	10	0	0	0	0
	J	78	21	154	42	97	27	21	6	13	4
Jag tycker att jag är bra i kemi	U	4	19	12	57	3	14	1	5	1	5
	J	34	9	114	31	133	37	54	15	27	7
Jag har svårt att förstå det vi tar upp på kemitimmarna	U	0	0	3	15	3	15	7	35	7	35
	J	17	5	44	12	110	31	111	31	77	21
Jag förstår det mesta av det vi tagit upp i kemi	U	10	48	7	33	3	14	1	5	0	0
	J	116	32	112	31	84	24	34	10	11	3

Fråga	Grupp	Sant		Delvis sant		Delvis sant / delvis fel		Delvis fel		Fel	
		st	%	st	%	st	%	st	%	st	%
Jag har lärt mig mycket under kemitimmarna	U	13	62	8	38	0	0	0	0	0	0
	J	128	36	105	30	91	26	23	6	7	2
Man måste vara bra i matematik för att vara bra i kemi	U	4	19	9	43	5	24	2	10	1	5
	J	32	9	91	25	138	38	57	16	41	11
Uppfattningar om och attityder till experiment / laborationer											
Jag tycker om att laborera	U	16	76	4	19	0	0	1	5	0	0
	J	196	54	96	27	49	14	15	4	5	1
Jag ser helst på då någon annan gör experiment	U	0	0	1	5	4	19	10	48	6	29
	J	18	5	50	14	88	24	93	26	111	31
Vi har gjort flera experiment som jag upplevt som farliga	U	1	5	1	5	3	14	6	29	10	48
	J	19	5	40	11	70	20	62	17	166	46
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt	U	1	5	2	10	10	50	6	30	1	5
	J	22	6	40	11	104	29	90	25	107	29
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå teorin i kemi	U	9	43	7	33	4	19	0	0	1	5
	J	157	43	134	37	64	18	3	1	4	1
Då man laborerar måste man tänka mycket	U	9	45	9	45	2	10	0	0	0	0
	J	123	34	148	41	66	18	16	4	8	2
Jag förstår vad jag gör då jag laborerar	U	11	52	8	38	1	5	1	5	0	0
	J	113	31	135	37	96	27	12	3	5	1
Laborationerna hjälper mig att förstå viktiga begrepp	U	7	33	8	38	5	24	0	0	1	5
	J	52	14	112	31	150	41	37	10	11	3
Då vi laborerar tänker jag på det vi lärt oss i teorin för att lösa uppgiften	U	4	19	11	52	5	24	1	5	0	0
	J	76	21	105	29	127	35	39	11	14	4
Då vi laborerar tänker jag på saker i vardagen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften	U	2	10	6	29	9	43	3	14	1	5
	J	24	7	87	24	106	30	79	22	62	17
Då vi laborerar tänker jag på saker i naturen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften	U	1	5	4	19	9	43	4	19	3	14
	J	19	5	52	14	119	33	94	26	75	21

Fråga	Grupp	Sant		Delvis sant		Delvis sant / delvis fel		Delvis fel		Fel	
		st	%	st	%	st	%	st	%	st	%
Jag gillar laborationer där vi själva skall planera hur vi skall göra	U	6	29	8	38	5	24	2	10	0	0
	J	65	18	90	25	121	34	60	17	25	7
Jag gillar laborationer där man måste tänka	U	5	24	7	33	6	29	3	14	0	0
	J	46	13	80	22	121	34	74	21	39	11
Jag tycker att jag lär mig mycket då vi laborerar	U	13	62	7	33	1	5	0	0	0	0
	J	99	27	121	34	104	29	29	8	8	2
Jag har nytta av det jag lärt mig under laborationerna	U	8	38	7	33	6	29	0	0	0	0
	J	61	17	113	32	128	36	41	11	15	4
Jag lär mig praktiska saker då vi laborerar	U	10	48	6	29	5	24	0	0	0	0
	J	70	19	129	36	120	33	31	9	9	3
Uppfattningar om och attityder till laborationsrapporter / V-diagram											
Labbrapporten (V-diagrammet) hjälper mig att förstå laborationen	U	8	38	5	24	4	19	3	14	1	5
	J	56	16	108	30	152	43	25	7	14	4
Jag lär mig mycket då vi i gruppen måste skriva vad vi skall göra	U	4	19	8	38	4	19	4	19	1	5
	J	46	13	74	20	160	44	53	15	29	8
Jag tycker det är onödigt att skriva labbrapport (V-diagram)	U	1	5	3	14	3	14	3	14	11	52
	J	23	7	49	14	100	28	114	32	67	19

Bilaga 5. Elevenkät 1. Minimi- och maximisvarsandelar för de enskilda svarsalternativen i jämförelsegruppens skolor.

Fråga	Svarsalternativ					
	Sant + delvis sant		Delv. sant / delv. fel		Delvis fel + fel	
	min-%	max-%	min-%	max-%	min-%	max-%
Jag trivs i skolan	54	86	10	29	0	14
Jag är bra på de flesta ämnen i skolan	36	65	21	53	3	19
Det är viktigt att kunna matematik	80	97	0	18	0	4
Jag är bra i biologi (miljö- och naturkunskap, MN)	50	93	0	36	0	17
Jag har lätt för att komma överens med andra	71	93	7	27	0	5
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	57	93	7	29	0	14
Jag tycker att matematik är svårt	13	64	13	29	18	67
Jag har lätt för att lära mig	47	73	7	33	5	14
Jag tycker om att göra experiment	70	93	0	27	0	7
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	7	22	7	35	54	86
Jag känner mig ofta dum i skolan	5	25	7	29	47	80
Jag är bra på att jobba med händerna	58	76	19	39	0	9
Jag ser fram emot att få ha kemi	68	93	7	28	0	10
Jag är bra på att planera	32	73	21	52	0	29
Jag låter gärna andra bestämma	35	73	20	57	0	29
Jag gillar matematik	24	54	15	33	20	47
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå kemi	67	90	7	27	0	6
Jag tycker att jag har nytta av det jag lärt mig i biologi (miljö- och naturkunskap, MN)	70	87	0	26	0	29
Jag trivs i min klass	79	97	0	13	0	21
Jag klarar mig ungefär lika bra som alla andra i klassen	73	95	0	21	0	7
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	32	76	14	50	0	33
Jag har lätt för att lära mig matematik	38	85	7	38	8	32
Jag tror att jag kan ha nytta där hemma av det jag lär mig i kemi (t.ex. då jag lagar mat)	36	71	10	37	0	29
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	23	67	20	38	5	53

Fråga	Sant + delvis sant		Delv. sant / delv. fel		Delvis fel + fel	
	min-%	max-%	min-%	max-%	min-%	max-%
Jag önskar att jag slapp gå i skolan	14	38	0	38	36	78
Jag tycker biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är intressant	50	79	19	36	0	24
Jag gillar inte att planera vad jag skall göra	10	62	13	44	15	53
Jag tycker om att vara den som bestämmer	5	36	14	54	27	50
Jag ser helst på när någon annan gör experiment	20	43	13	44	27	67
Jag tror att jag kommer att ha lätt för kemi	25	60	33	61	7	17
Jag är bra på att hitta på saker	41	73	13	42	10	23
Jag är bättre än många andra i klassen i matematik	14	40	18	41	20	52
Jag är rädd för att jag måste göra farliga experiment i kemi	0	27	0	27	67	90
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	23	64	13	43	21	40
Jag tycker det är viktigt att jag lär mig kemi	44	79	21	46	0	14
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	24	50	14	44	21	50
Matematik är ett av mina svagaste ämnen	14	40	7	33	41	71
Jag är intresserad av alla skolämnen	17	33	19	40	27	52
Jag tycker att biologi (miljö- och naturkunskap, MN) är svårt	0	19	5	38	50	85
Jag hör till de bästa i klassen	9	36	26	54	20	50
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt	18	57	14	59	14	42
Det är viktigt att kunna kemi	60	73	19	36	0	7

Bilaga 6. Elevenkät 2. Minimi- och maximisvarsandelar för de enskilda svarsalternativen i jämförelsegruppens skolor.

Fråga	Svarsalternativ					
	Sant + delvis sant		Delv. sant / delv. fel		Delvis fel + fel	
	min-%	max-%	min-%	max-%	min-%	max-%
Jag vågar inte göra som jag själv vill i min klass	5	19	7	26	61	85
Jag är bra på att jobba med händerna	63	93	7	34	0	25
Jag har lätt för att lära mig	47	75	14	47	0	13
Jag trivs i skolan	68	100	0	27	0	14
Jag har lätt för att komma överens med andra	70	100	0	25	0	6
Jag känner mig osäker om läraren inte säger hur jag skall göra	21	63	6	43	14	56
Jag önskar att jag slapp gå i skolan	7	36	14	50	19	79
Jag tycker om att vara den som bestämmer	6	43	26	52	29	63
Jag är bra på att hitta på saker						
Jag tycker att jag lär mig mycket i skolan	57	100	0	33	0	10
Jag jobbar bäst om jag får jobba för mig själv	33	64	7	49	7	24
Jag gillar uppgifter där jag måste tänka	18	64	14	50	21	46
Jag bryr mig inte om vad mina klasskamrater tänker om mig	20	50	21	43	23	53
Jag är bra på de flesta ämnen i skolan	36	64	14	44	7	28
Jag gillar inte att planera vad jag skall göra	7	36	21	50	25	71
Jag låter gärna andra bestämma	31	75	21	56	0	36
Jag är bra på att planera	27	64	13	47	7	38
Jag trivs i min klass	71	100	0	19	0	14
Det är viktigt att kunna kemi	57	75	13	34	7	13
Då man laborerar måste man tänka mycket	57	84	10	31	0	21
Man måste vara bra i matematik för att kunna kemi	19	65	19	57	6	39
Jag förstår vad jag gör då jag laborerar	53	79	19	44	0	16
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att det är roligt	0	38	14	36	31	67
Jag tror att jag har nytta där hemma av det jag lär mig i kemin (t.ex. då jag lagar mat)	29	64	14	38	17	43

Fråga	Sant + delvis sant		Delv. sant / delv. fel		Delvis fel + fel	
	min-%	max-%	min-%	max-%	min-%	max-%
Jag ser helst på då någon annan gör experiment	6	39	7	44	41	71
Då vi laborerar tänker jag på det vi lärt oss i teorin, för att lösa uppgiften	33	81	18	50	0	33
Jag har svårt att förstå det vi tar upp på kemitimmarna	3	37	7	39	36	79
Labbrapporten (V-diagrammet) hjälper mig att förstå laborationen	24	56	25	69	3	23
Jag tror att vi gör experiment i kemi för att förstå teorin bättre	64	94	6	36	0	5
Jag tycker om att laborera	57	100	0	36	0	16
Jag tycker att det är viktigt att jag lär mig kemi	39	75	13	48	0	36
Jag gillar laborationer där vi själva skall planera hur vi skall göra	29	71	21	63	6	32
Jag tycker att jag är bra i kemi	27	63	19	57	6	42
Då vi laborerar hjälper jag andra i gruppen om de inte har förstått	49	79	13	33	0	21
Jag har nytta av det jag lärt mig under laborationerna	29	75	25	50	0	22
Jag tycker att kemi är ett intressant ämne	38	86	13	31	0	29
Laborationerna hjälper mig att förstå viktiga begrepp	20	75	13	73	6	24
Jag lär mig praktiska saker då vi laborerar	42	64	19	43	7	22
Jag tycker det är onödigt att skriva labbrapport (V-diagram)	11	50	7	47	33	61
Jag lär mig av de andra i gruppen då vi laborerar	29	63	27	43	6	33
Jag förstår det mesta av det vi tagit upp i kemi	39	93	7	37	0	32
Då vi laborerar tänker jag på saker i vardagen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften	13	56	14	37	20	50
Jag ser fram emot kemitimmarna	14	71	24	53	0	50
Gruppens sammansättning är viktig då vi laborerar	36	81	10	50	0	14
Kemi har motsvarat mina förväntningar	38	71	25	46	0	20
Jag gillar laborationer där man måste tänka	25	57	27	44	14	40

Fråga	Sant + delvis sant		Delv. sant / delv. fel		Delvis fel + fel	
	min-%	max-%	min-%	max-%	min-%	max-%
Då vi laborerar tänker jag på saker i naturen som kan hjälpa mig att lösa uppgiften	0	44	19	46	26	56
Jag har lärt mig mycket under kemitimmarna	42	92	6	39	0	23
Jag tycker att jag lär mig mycket då vi laborerar	40	86	7	38	0	24
Kemi har varit intressantare än jag väntade mig	29	67	14	36	7	57
Vi har gjort flera experiment som jag upplevt som farliga	6	21	7	38	41	86
Jag lär mig mycket då vi i gruppen måste skriva vad vi skall göra	14	40	29	75	11	36

Bilaga 7. Självutvärderingsblankett.

Uppgift: Separera sand och salt

Namn:

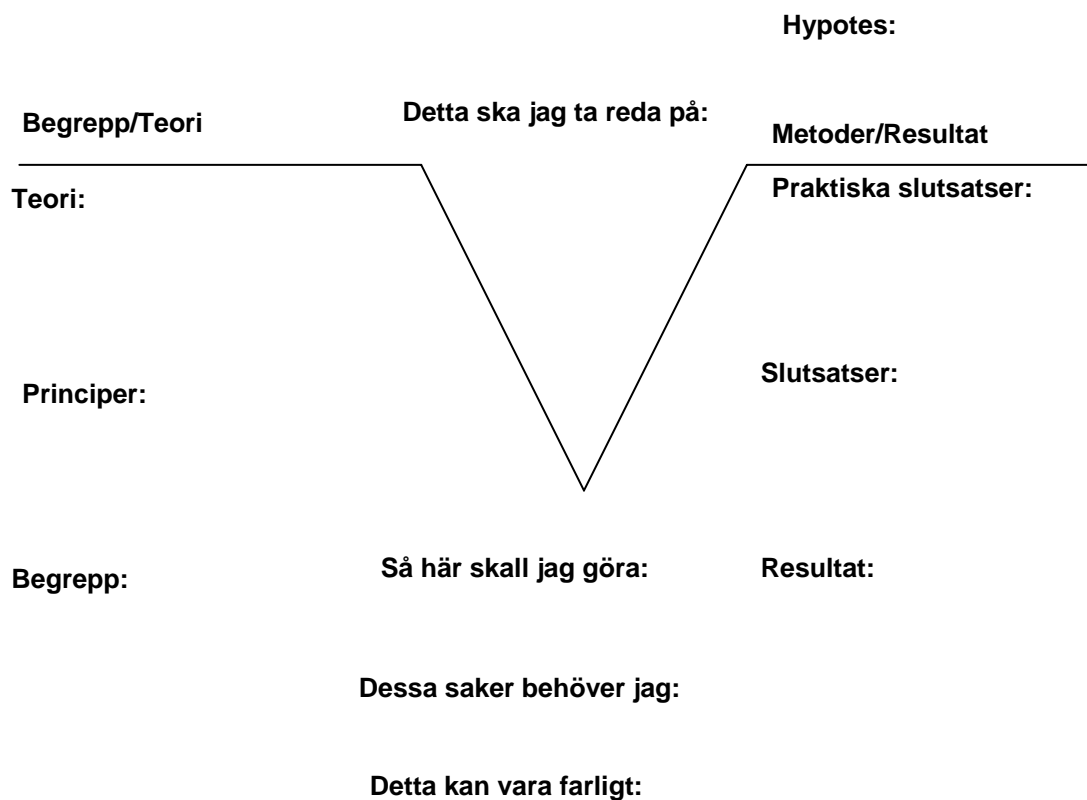
Jag laborerade med:

Kryssa i den ruta som du tycker att bäst motsvara din uppfattning.

Filtrering	Jag kan förklara för andra vad det innebär	Jag förstår bra själv vad det betyder	Jag tror att jag vet vad det innebär	Jag är inte säker på om jag förstår begreppet	Jag förstår inte alls
Indunsta	Jag kan förklara för andra vad det innebär	Jag förstår bra själv vad det betyder	Jag tror att jag vet vad det innebär	Jag är inte säker på om jag förstår begreppet	Jag förstår inte alls
Separera sand från salt	Jag kan lära andra hur man gör	Jag kan göra laborationen bra på egen hand	Jag tror att jag kan göra laborationen själv åtminstone delvis	Jag är inte säker på om jag kan göra denna laboration själv	Jag kan inte göra denna laboration själv
Planering	Jag deltog aktivt i planeringen av laborationen och lyssnade på de andra	Jag planerade mest själv, den/de andra bidrog inte så mycket	Den/de andra gjorde planeringen, jag lyssnade mest	Jag kom med något litet bidrag till planeringen, men vi planerade inte så mycket	Vi började bara utan att planera
Mitt eget arbete	Jag jobbade flitigt och hjälpte också de andra då de behövde hjälp	Jag var ganska aktiv och hjälpte andra någon gång	Jag gjorde en del praktiskt och sa ibland vad de/den andra skulle göra	Jag gjorde lite av det praktiska	Jag såg mest på då de/den andra jobbade
Vår grupp	Vår grupp jobbade bra tillsammans. Alla hjälpte till.	För det mesta kom vi överens och hjälptes åt.	Vi hade vissa problem att samarbeta men för det mesta gick det bra	Ibland kunde vi samarbeta, men mest jobbade var och som den själv ville	Vår grupp kunde inte samarbeta.
Att slutföra uppgiften	Vi genomförde uppgiften som vi planerat. Jag är nöjd med vårt resultat	Vi ändrade vår plan då det behövdes men kunde då slutföra uppgiften	Vi ändrade oss ganska många gånger men genomförde ändå uppgiften	Vi lyckades nästan genomföra uppgiften till slut	Vi lyckades inte med uppgiften

Det här lärde jag mig av laborationen:

Bilaga 8. V-diagram som användes vid de öppna laborationerna.



Bilaga 9. Lärarenkät.

Kön: Kvinna Man

Ålder: _____

Jag har jobbat som lärare i _____ år

Namn: (behövs endast om du vill delta i utlottning av bok)

Skola:

Jag upplever utrustningsnivån i vår skola, med tanke på elevlaborationer i kemi, som:

mycket dålig		dålig		medel- måttlig		god		mycket god	
-----------------	--	-------	--	-------------------	--	-----	--	---------------	--

Under detta läsår undervisar jag kemi i årskurserna:

Jag använder följande lärobok/böcker i kemi:

Antalet elever under kemilektionerna är:

Mitt eget vitsord i kemi / antal studieveckor: _____

1. Min egen undervisning

1.2 I samband med min kemiundervisning laborerar mina elever

varje lektion ungefär varannan lektion mera sällan

1.2 Jag uppskattar att av min totala lektionstid åtgår

mindre än $\frac{1}{4}$	
$\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$	
$\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$	
mera än $\frac{3}{4}$	

till elevernas laborationer (innefattar för- och efterarbete).

1.3 Laborationen förbereds så att

	<i>aldrig</i>	<i>sällan</i>	<i>ibland</i>	<i>ofta</i>	<i>alltid</i>
➤ eleverna förbereder laborationen som hemuppgift					
➤ jag förklarar laborationen för eleverna					
➤ eleverna läser igenom laborationsinstruktionerna på egen hand					
➤ eleverna planerar själva hur laborationen skall genomföras					

Vi kan också förbereda laborationen så här:

1.4 Då eleverna laborerar

	<i>aldrig</i>	<i>sällan</i>	<i>ibland</i>	<i>ofta</i>	<i>alltid</i>
➤ arbetar de ensamma					
➤ arbetar de parvis					
➤ arbetar de i grupper på 3 eller flera elever					
➤ arbetar de enligt en given beskrivning					

- utför de laborationen enligt sin egen plan

--	--	--	--	--

1.5 Efter laborationen

- diskuterar vi tillsammans i klassen resultaten från laborationen och drar slutsatser

aldrig sällan ibland ofta alltid

--	--	--	--	--

- skall eleverna göra en rapport över sitt arbete

--	--	--	--	--

Något annat:

1.6 De laborationer som jag använder i min undervisning väljer jag

- direkt ur läroboken
- ur läroboken, men jag formulerar om laborationen
- ur andra källor

aldrig sällan ibland ofta alltid

Vilka:

1.7 Då jag formulerar om laborationer gör jag det för att

2. Syftet med laborationerna

2.1 Besvara följande påståenden utgående från *vad du upplever som viktigt och mindre viktigt med elevlaborationer.*

Använd en skala från 0-6, där 0 innebär att du inte ger syftet något värde medan 6 innebär att du prioriterar detta syfte mycket högt. Ringa in den siffra du tycker bäst motsvarar din uppfattning.

Jag använder laborationer i min kemiundervisning därför att

1	eleverna skall lära sig praktiska färdigheter som de behöver i samband med kemilaborationer (hantera pipett, väga, avläsa mätcylinder osv.)	0	1	2	3	4	5	6
2	eleverna skall lära sig att göra korrekta iakttagelser	0	1	2	3	4	5	6
3	via dem kan vi introducera eller bekräfta teorin	0	1	2	3	4	5	6
4	eleverna tycker om att laborera	0	1	2	3	4	5	6
5	eleverna skall lära sig att själva planera och genomföra experiment	0	1	2	3	4	5	6
6	eleverna skall upptäcka ett samband	0	1	2	3	4	5	6
7	eleverna skall utveckla sitt logiska tänkande	0	1	2	3	4	5	6
8	eleverna skall utveckla sin förståelse av kemiska begrepp	0	1	2	3	4	5	6
9	laborationer är en självklar del av kemiundervisningen	0	1	2	3	4	5	6
10	läroplanen förutsätter ett laborativt arbetssätt	0	1	2	3	4	5	6
11	eleverna skall lära sig laborativa metoder (ex. hur man bestämmer pH, identifierar koldioxid, destillerar osv.)	0	1	2	3	4	5	6
12	eleverna skall lära sig arbeta på ett naturvetenskapligt sätt (ställa hypoteser, undersöka, dra slutsatser, sammanställa resultat)	0	1	2	3	4	5	6
13	jag tycker att min undervisning blir roligare om eleverna får laborera	0	1	2	3	4	5	6
14	eleverna skall få lära sig att arbeta tillsammans med andra	0	1	2	3	4	5	6
15	eleverna själva skall få vara aktiva under kemilektionen	0	1	2	3	4	5	6

Jag har även andra syften med laborationerna än de ovannämnda. Följande aspekter är viktiga då jag väljer att låta eleverna laborera:

2.2 **Välj det ena** av följande två alternativ och komplettera meningen.

A. Jag skulle kunna tänka mig att undervisa kemi i högstadiet utan elevlaborationer, därför att

B. Jag skulle *inte* kunna tänka mig att undervisa kemi i högstadiet utan elevlaborationer, därför att

2.3 En öppen laboration är en laboration där eleverna själva skall planera hur eller vad de skall göra och vilken utrustning de behöver för detta.

Välj det ena av följande alternativ:

A. Jag använder / planerar att använda öppna laborationer i min undervisning därför att

B. Jag använder inte / planerar inte att använda öppna laborationer i min undervisning därför att

3. Min uppfattning om eleverna och deras lärande

3.1 Jag tror att elever som uppskattar laborationerna gör det därför att

3.2 Jag tror att elever som inte tycker om att laborera tycker att

3.3 Jag tycker att laborationerna är viktiga med tanke på elevernas lärande av

3.4 Besvara följande fråga utgående från hur du tror att olika typer av elever reagerar.

Om mina elever ställs inför en öppen laboration tror jag att de

I avhandlingen granskas elevers uppfattningar om sitt lärande, samt intresse för kemi och självuppfattning i kemi efter att de arbetat med öppna laborationer, d.v.s. laborationer där de själva fått planera genomförandet. Laborationerna presenterades för eleverna som utmaningar eller problem. Som ett hjälpmedel för förståelsen använde de s.k. V-diagram. I dessa synliggörs de olika momenten i en laboration, eller i ett forskningsprojekt, såsom tillvägagångssätt, resultat och slutsatser samt laborationens teoretiska förankring. Undersökningen genomfördes i en klass i årskurs 7 under deras första kemikurs.

Studien visar att eleverna i allmänhet utvecklade ett positivt intresse för kemi och positiva uppfattningar om sitt eget lärande då de själva fick planera laborationerna. Att ställas inför problem och gemensamt klara av utmaningar hade en positiv inverkan på självuppfattningen hos flertalet av eleverna. Undersökningen illustrerar att lärarens roll förändras vid användningen av öppna laborationer och läraren måste ha beredskap att gå in i rollen som handledare och coach.

Åbo Akademis förlag
ISBN 978-951-765-443-2

978951765443-2



9789517

654432