

Kemilaborationens bidrag till förståelse

– högskolestudentens perspektiv-

Christer Gruvberg

Institutionen för kemi, Göteborgs universitet, SE-412 96 Göteborg



”Tänkande är alltså liktydigt med att lyfta fram den intellektuella beståndsdel i vår erfarenhet och att göra den tydlig”

Dewey, 1916

”Att skapa är svårt, behovet av att skapa sammanfaller inte alltid med förmågan att skapa, och härur uppstår en plågsam känsla av lidande över att tanken inte övergick i ord”

Dostojevskij citerad av Vygotskij

Kemilaborationens bidrag till förståelse

– högskolestudentens perspektiv –

thesis for the degree of doctor of philosophy

©Christer Gruvberg 2008

ISBN 978-91-628-7651-7

<http://hdl.handle.net/2077/18644>

Christer Gruvberg

Department of Chemistry

Gothenburg University

SE-405 30 Göteborg

Chalmers Reproservice

Göteborg 2008

Abstract

Den här studien har som mål att försöka förstå hur laborationen bidrar till att underlätta studenternas kognitiva arbete att förstå teorin ingående i deras första kemikurs på akademisk nivå.

Empirin har framförallt sökt fånga studenternas perspektiv vilket därmed blivit vägvisande för de slutsatser som dragits. Enkätstudier och videoupptagningar har genomförts vid laborationstillfällena. Uppföljande videointervjuer med labpar planerades in i nära anslutning efter laborationen. De tre datakällorna har därefter genomgått statistisk analys respektive transkriberats och analyserats

Resultaten från studien har redan påverkat utformningen av den inledande laborationskursen i kemi vid Göteborgs Universitet och även lett till en tvådagars fortbildningskurs i vilken assistenterna har utbildats att möta studenterna i laboratoriet med samma tankegångar som studien presenterar och att inte använda bilden av hur de själva blev bemötta av assistenterna när de en gång själva var nybörjarstudenter.

I den här studien visas studentperspektivet i både enkäter och intervjuer att laborationen och rapportarbetet bidrar till förståelsen av ämnet och till tentamensresultatet, om studenten har förstått syftet med laborationen. Bidragande orsak att förstå laborationen är att komma förberedd inför försöket. Studien indikerar problemen för nybörjarstudenter att förstå teori och laborationshandledningar då förståelsen av dessa verbala inskriptioner förutsätter erfarenheter av den speciella värld som texterna refererar till.

Diskussionens betydelse framhålls explicit i vissa delar av texten, men är underförstådd i hela studien. Det finns en konsensus om att diskussionen har stor betydelse för förståelsen. Laborationens visuella bidrag till förståelsearbetet diskuteras däremot sparsamt i litteraturen. I föreliggande studie finns tecken på att upplevelsen av försöket ”här och nu”, lagras med både spatial och kronologisk information. I samverkan under försöket eller vid ett senare tillfälle ger dessa upplevelser möjlighet för studenten att bearbeta och förstå de vetenskapliga förklaringarna

Ett intressant men oplanerat resultat: Data i studien visar könsskillnader i attityder angående laborationens roll, de pekar ut att kvinnorna anser sig ha större nytta av laborationens bidrag för sin förståelse än männen vad gör.

Förord

Som doktorand började jag undervisa på laboratoriet för drygt 30 år sedan, men avbröt min första doktorandperiod 1980 och undervisade istället kemi på gymnasiet fram till mitten av 90-talet. 1995 startade jag upp kemiämnet på Högskolan i Halmstad (HH) vilket förutom inrättandet av kurser och undervisandet av desamma dessutom innebar en tid av intensivt utvecklande av tillhörande laborationskurser. Det är naturligtvis en bakgrund som påverkar vad jag ser i studien. Trots bakgrunden kan jag konstatera att min beskrivning av laborationen som kognitivt verktyg har förändrats kontinuerligt av en samverkande påverkan från mina data och mina litteraturstudier.

En erfarenhet från min undervisning i början av 1990-talet på gymnasiet som påverkat mig var ett fascinerande snabbt och enkelt försök. Man suger in ca 20mL av det varmaste vattnet man får ur en varmvattenskran i en 140mL spruta. Efter att sprutans munstycke tillslutits, drar man ut sprutans kolv och då: – Vattnet kokar! Mina elever på gymnasiet i Halmstad hade redan lärt sig att vatten kokar vid lägre temperatur när trycket sänks. De hade lärt sig detta både i fysik, teknologi och i mitt ämne, kemi, men allt som de kunde få se i verkligheten skulle göra kunskapen roligare, enligt min mening. När en uppsättning av sprutorna hade levererats medfördes de genast till ett laborationstillfälle. Eleverna satte igång med försöket och en av de första kommentarerna kom som ett spontant utrop: *Kolla Christer, det kokar, men de e konstigt, de blir inte vaaamare!*

Försöket var en framgång; eleverna uttryckte att det var ett roligt och förståelsebidragande försök; för en elev hade försöket dessutom visat att hans förväntningar inte stämde!

Erfarandet av hans felgrundade förväntan har sysselsatt mina tankar av och till sen dess. Försöket klargjorde, att utan försöket skulle han och jag förmodligen kunnat diskutera *kokning vid lägre tryck* utan att upptäcka att vi talade om olika saker, han om 100°C medan jag om en fasövergång. Än värre, samtalet skulle ha kunnat vara en bekräftelse för honom att han hade förstått kokning vid lägre tryck korrekt och att han därefter dragit logiska slutsatser till närliggande kunskaper grundade på den första felaktiga förståelsen. Kombinationen hade byggt in inkonsekvenser i det fortsatta arbetet att förstå andra kunskaper som baseras på vattnets fasövergångar. Denna erfarenhet ökade min övertygelse att laborationer är viktiga för ett meningsfullt lärande! Men är laborationen ur studentens perspektiv viktig för lärandet?

Och om den är det – varför är den det? Nu när tryckeriet håller på att värma upp i väntan på att jag lämnar över mitt arbete till dem anser jag att jag kan bidra med svar på frågan!

När jag bestämde mig för att genomföra den här ”doktorandresan” hoppades jag att resultaten skulle kunna påverka synen på laborationens betydelse för lärandet. Enligt Sjøberg (2000) kan man inte påverka folk så att de ändrar åsikt, utan kritikerna minskar i antal endast då dessa dör av, en information som är bra att ha med sig när man presenterar sina resultat. Visionen att mitt arbete ska påverka världen utanför kemiinstitutionen i Göteborg kanske jag inte kommer att uppleva, men glädjen att själv ha påverkats och att synen på laborationerna vid kemiinstitutionen har påverkats av resultaten från mitt arbete har jag fått uppleva upprepat.

Bilder tar över delar av ordens roll som informatör

Ytterligare en reflektion angående lärandet idag jämfört med för femtio år sedan. Då på 50-talet fanns ingen TV, skulle man se rörliga bilder gick man på bio. Överhuvudtaget var nöjesutbudet betydligt lägre än nu. Fritiden ägnades åt fysiskt aktiva intressen såsom dans, idrott, musik, olika former av slöjd. Övrig fri tid användes mycket till att bl.a. lyssna på radio, läsa en bok, eller att lyssna på någon släkting eller vän som berättade mer eller mindre sanna historier om världen. Var tanke gavs mer tid för bearbetning eftersom informationsflödet var så mycket lägre. Den tiden var fylld av mycket lyssnande, ofta i avsaknad av visuella illustrationer, vilket bör ha tränat förmågan att med sin fantasi skapa sig föreställningar om det som den verbala informationen beskrev. Förmodligen fanns ett större tålamod att försöka fortsätta förstå informationen tills man lyckats skapa sig en föreställning av den, med eller utan tillförsel av visuell hjälp. Med andra ord den kreativa förmågan tränades oavbrutet att förstå en text och omvandla ordet, den dimensionslösa representationen, till en visuell föreställning, med 3-dimensionella kvalitéer, representerande verklighetens motsvarighet. Ungdomarna som påbörjade sina studier på universitetsnivå representerade en liten del av befolkningen, de kom från ekonomiskt starka familjer **och** hade dessutom lyckats bli godkända av censorerna på en krävande studentexamen. Den lilla klicken studenter då kom från en social bakgrund som pekade ut att studierna var viktiga för framgång, de som lämnade universiteten gjorde karriär så motivationen för studierna var hög. Godkänd studentexamen då, garanterade antingen goda förkunskaper eller hög kapacitet att prestera bra under utbildningen. Men en ytterligare viktig faktor var den upptränade förmågan att omvandla texter till visuella representationer.

I dagens **universitet för alla** bör situationen vara annorlunda för att använda ett understatement. De problem som uppstått ur förändringen är viktiga att lösa. Inställningen bör vara att alla som vill arbeta för att nå kunskap av nytta för samhällets vidare hållbara utveckling ska beredas möjligheter att nå sina kunskapsmål.

Huvuddelen av årskullarna läser vidare på akademisk nivå, det är inte längre förutsett att alla ska läsa vidare. En jämförelse mellan de tidigare kemistudenterna och dagens kemistudenter indikerar skillnader. Konkurrensen om studieplatserna vid flertalet program som innehåller kemikurser är låg. I praktiken innebär detta, i perspektivet att en majoritet av studenterna läser kemi för att det ingår i ett program som "stödämne", att förkunskaperna i kemi generellt är lägre. Motivationen att studera är sannolikt inte lika självklar längre. Hem som saknar studietraditioner och bilden av en mindre säker arbetsmarknad efter studierna är två möjliga motivationssänkare. Dagens studenter har vuxit upp i ett informationsamhälle med hög informationstäthet. De har av olika anledningar inte samma ro att tänka en tanke till fullbordning innan de avbryts av ny information i vardagslivet. Detta kan avspeglas i ett kortare tålamod som ställer krav på snabba svar från föreläsaren istället för att vänta på att egna svar kommer inifrån. Den verbala informationen har under de senaste decennierna alltmer försetts med illustrationer. I vissa sammanhang har informationen till och med transponerats över i bilder som ersätter delar av ordens roll som informationsmedium. En konsekvens för studenter som ofta presenterats bilder och därmed i mindre grad tränats att själva skapa sig egna mentala bilder, är att de inte tränats i samma grad som tidigare generationer att föreställa sig det som de inte ser. De har däremot tränats att uttrycka sig med bilder, att inte alltid skriva en uppsats som förr.

En ny faktor i sammanhanget är att ett universitet för alla även ska erbjuda studenter med svenska som andra språk möjligheter att förstå undervisningen. Om den snabba utvecklingen av ökad internationalisering håller i sig talar det starkt för att behovet av visuella uttrycksformer kommer att öka vilket kompenserar för språkliga hinder i den verbala representation.

Ovanstående beskrivningar innehåller inga värderingar av de två olika samhällena, de försöker endast beskriva en förändring i situationen då och nu, en förändring som enligt ovan innebär att dagens studenter har mer problem med tålamodet att förstå den verbala informationen och en högre motivation och förmåga att få ut mer information ur en bild eller ur en erfarenhet.

Bättre en värld i handen än tio i skogen ?

En sista reflektion som kanske har betydelse eller får betydelse grundar sig på det växande antalet verkligheter som kan upplevas.

Att få en känsla kan handla om upplevandet i sig, vackra färgförändringar och/eller accepterandet att teorin beskriver det sanna fenomenet.

Fantasy världar har fram till idag berättats i sagor och science-fiction litteratur. Det finns skillnader i att uppleva fantasin förmedlad via hörseln och att visuellt uppleva samma sak särskilt som det erbjuds möjligheter att interagera med fantasivärldarna.

Dagens studenter upplever och accepterar via TV, film och Internet många begrepp som inte existerar i verkligheten. Fantasier är viktiga enligt bland annat Vygotskij (1930). De påhittade fenomenen kan ha fördelen av att väcka nyfikenhet för fenomen och de kan också entusiasmera att våga tänka abstrakt och djupare omkring dessa. Möjligheten finns emellertid att upprepade accepteranden av begrepp om påhittade fantasifenomen låter dem acceptera även de begrepp som benämns vetenskapliga teorier på samma okritiska sätt. Insikten att det är möjligt att förstå en vetenskaplig teori fullt ut kanske inte infinner sig av sig själv när man har vant sig vid att denna möjlighet inte finns i de andra världarna. När TV-tittandet blev en allmän sysselsättning ökade antalet upplevelser av tragedier som utspelade sig utan att man kunde ingripa. En följd var att när samma personer hamnade i en liknande verklig tragisk situation minskade benägenheten att ingripa då denna impuls hade trubbats av.

Nutidens många experimentella bekräftelser av naturvetenskapliga fenomen utförs i miljöer som påminner om fantasy världarna. Det som skiljer de båda begreppen åt är att vetenskapliga teorier beskriver vad vetenskapen är enig om vara existerande verkliga fenomen och finns bekräftade experimentellt.

Ett utfört laboratorieförsök kan förmedla den starka känslan av att uppleva begreppen och fenomenen i verkligheten hos studenterna. Mottagandet av denna verkliga upplevelse skulle kunna vara det som pekar ut de verkliga fenomenen och uppmärksammar skillnaden mellan dem och de påhittade fenomenen och därmed har möjlighet att öka intresset för att förstå naturvetenskapliga fenomen i deras verkliga värld samtidigt som fascinationen av övernaturliga fenomen fortsätter i deras fantasy värld.

Vad har ovanstående beskrivning med laborationerna att göra?

Laborationer i undervisningen tillkom under de fem textdominerade seklerna efter Gutenbergs förändring av textsättning. Undervisningssamhället är fortfarande kvar i samma fem sekler medan studenterna växt upp i en värld där bilden tagit över mycket av textens roll. Kress (2003) hävdar att bilden redan har blivit viktigare än texten. Dagens studenter borde ha ett större behov av att teoribearbetningen sker i interaktion med de skeenden som teorin beskriver för att nå förståelse. Förkunskaperna och ”för-”motivationen, för majoriteten studenter inom en kemiklass på universitet idag, är lägre än för tidigare studenter, även det faktorer som minskar förståelsen av verbal information och även viljan att förstå den. Upplevelsen av försöket kan både levandegöra och förtydliga teorin. Upplevelsen kan också öka motivationen.

Vid SPUCK-konferensen 1997 i Umeå uttryckte en arbetsgrupp: *Under den senaste tioårsperioden har samtliga i gruppen närvarande lärosäten minskat på laborationsundervisningen. Var går smärtgränsen?* (SPUCK konferensen, 1997)

Utvecklingen från 1970-talet till idag är att antalet laborationstimmar i kemi har skurits ned rejält, det finns tendenser att nedskärningen fortsätter. Det kanske inte finns argument att återgå till den tid då kemistudenterna tillbringade en stor del av sin vakna tid i laboratoriet, men föreliggande studies utfall pekar på att de resurser som satsas på laborationsundervisningen inte har kastats på hälleberget utan kanske till och med ger mångfalt mer än vad som framgår vid skriftliga tentamenstillfällen.

Innehållsförteckning

FÖRORD	4
INNNEHÅLLSFÖRTECKNING	9
KAPITEL 1. INLEDNING OCH SYFTE.....	13
1.1. VÄGEN TILL AVHANDLINGEN	13
1.1.1. Varför ?	13
1.1.2. För vem ?.....	13
1.1.3. Forskningsfrågans utveckling.....	13
1.1.4. Studenterna.....	15
1.1.4.1. Att ha fått kemiin ”på köpet”	15
1.1.5. Här och nu.....	15
1.2. NÅGRA DEFINITIONER	16
1.2.1. Laborationen	16
1.2.2. micro/MAKRO.....	16
1.2.3. The First Year Experience (FYE).....	17
1.3. PROBLEMSTÄLLNING OCH AVGRÄNSNING	17
1.3.1. Problemställning	17
1.3.2. Avgränsningar	18
1.4. FORSKNINGSFRÅGOR.....	18
1.4.1. Huvudfråga.....	18
1.4.2. Följdfråga angående användningen av småskaligt laborerande.....	18
KAPITEL 2. KEMIFÖRSÖKETS STORLEKSUT-VECKLING SEDAN ALKEMINS DAGAR	19
2.1. LABORATIONEN, DET ICKE-VERBALA ALTERNATIVET	19
2.1.1. Kemi är ett laborativt vetenskapsområde!.....	19
2.1.2. Kemi är inte ett laborativt vetenskapsområde!.....	19
2.1.3. Kunskapsintegrering mellan teori och laborationer utifrån ett lärandeperspektiv	20
2.1.4. Kunskapsintegrering mellan teori och laborationer utifrån ett undervisningsperspektiv	21
2.2. LABORATORIEHISTORIK – FRÅN ALKEMI TILL MICROSCALE	21
2.3. EKOLOGISKT HÅLLBARA LABORATIONER – EN FRAMTID.....	24
KAPITEL 3. TEORIER FÖR LÄRANDE	26
3.1. TEORIER FÖR LÄRANDE UR ETT EVOLUTIONÄRT PERSPEKTIV	26
3.1.1. Informationsöverföring före språkets tillkomst	26
3.1.1.1. Tyst kunskap och kreativitet.....	29
3.1.1.2. Betydelsen av kognitiva redskap kodade lingvistiskt för redskapens fortsatta utveckling.....	31
3.1.1.3. Kunskapens generationsvandring i gruppen	32
3.1.2. Informationsöverföring efter språkets tillkomst.....	33

3.1.2.1. Progression och dimensionalitet	34
3.1.3. Informationsöverföring efter skriftspråkets tillkomst	35
3.1.3.1. Bearbetning av verklighetsbeskrivningar.....	35
3.1.3.2. Från interaktion MED objekten till kommunikation OM desamma.....	36
3.1.4. Informationsöverföring tiden efter utbildningens tillkomst – den sekundära socialisationen	36
3.1.4.1. Att återskapa innehållet ur en mening.....	37
3.1.4.2. Förståelsearbete i ”språkspel”	37
3.1.4.3. Förståelsearbete i ”språkspel” inom en ZOPED	38
3.1.4.4. Förståelse genom att formulera sig.....	39
3.1.4.5. Att diskutera det som beskrivits jämfört med det som erfarits.....	40
3.1.4.6. Att diskutera en föreställning jämfört med det som erfarits.....	41
3.1.4.7. Konkret/Abstrakt tänkande är beroende av erfarenhetsbakgrunden.....	43
3.1.4.8. Laborationen utvecklar abstrakt tänkande inom kunskapsdomänen	43
3.2. HUR KAN UNDERVISNINGEN UNDERLÄTTA FÖRSTÅElsen AV DE VETENSKAPLIGA TEORIerna?	44
3.2.1. Arbetsminnets begränsande kapacitet	45
3.2.2. Brusberoende och ”chunking” påverkar arbetsminnets prestationer	47
3.2.3. Individen hanterar stora informationsflöden för att nå förståelse.....	49
3.3. SYMBOLTÄNKANDETS ROLL FÖR LÄRANDET	51
3.3.1. Att se världen och tänka i bilder.....	54
3.3.2. Man knäckte nötter innan nötknäckandet kunde förklaras	55
3.3.3. Grunder för att se helheter/mönster	56
3.3.4. Om att bygga upp en bild från en text	58
3.4. Gestaltteorins betydelse för att erfara världen.....	61
3.4.1. Om att presentera en helhet för att delarna ska bli begripliga.....	63
3.4.2. Insikt av gestaltteorin	63
3.5. GESTALTTEORIN OCH DEN SPATIALA FÖRMÅGAN.....	66
3.5.1. 3D-tänkande i ett 3-dimensionellt ämnesområde	66
3.5.2. 3D-tänkande i lösandet av stökiometriska problem?.....	67
3.5.3. Att omvandla verbal representation till visuell för att lättare se världen.....	68
3.5.4. Multimedia.....	69
3.5.5. Behovet av konkretisering i ett universitet för alla.....	70
KAPITEL 4. LABORATIONEN I UNDERVISNINGEN.....	72
4.1. INLEDNING	72
4.2. MOTIVATIONENS BETYDELSE FÖR LÄRANDE	73
4.3. LABORATIONENS PLATS I DET PREMEDIALA SAMHÄLLET	73
4.4. OM LABORATORIEUNDERVISNINGENS BIDRAG TILL LÄRANDET	75
4.5. LABORATIONENS MÅL, SYFTEN OCH FÖRBEREDELSEr.....	76
4.6. PRELAB OCH POSTLAB.....	77
4.7. ”NATURE OF SCIENCE”	79
4.7.1. Betydelsen av studenternas bild av naturvetenskap.....	80
4.8. BETYDELSEN AV LABORATIONENS UTFORMNING	81

4.8.1. <i>Domins taxonomi tillämpad på resenären</i>	88
4.9. BLOOMS TAXONOMI OCH LABORATIONENS KOGNITIVA KVALITET	90
4.10. BETYDELSEN AV LABORATORIETS UTFORMNING.....	91
KAPITEL 5. METOD	94
5.1. DESIGN AV STUDIEN	94
5.1.1. <i>Metoder för att få svar på frågorna</i>	94
5.2. URVAL	95
5.2.1. <i>Kontroll över parametrar gällande micro -MAKRO</i>	95
5.2.2. <i>Insamlade data</i>	96
5.3. METODUTVECKLING	97
5.3.1. <i>Pilotstudier</i>	97
5.3.1.1. <i>Den kvantitativa delen</i>	97
5.3.1.2. <i>Provintervjuer</i>	98
5.3.1.3. <i>Videointervjuutveckling</i>	99
5.3.1.4. <i>Intervjufrågornas bakgrund</i>	100
5.3.1.5. <i>Skyddade identiteter</i>	101
5.3.1.6. <i>Val av utrustning för videoinspelningarna</i>	101
5.4. AVGRÄNSNINGAR.....	102
5.5. VIDEOSEKVENSER	102
5.5.1. <i>Videosekvenser från studenternas laborationsarbete</i>	102
5.5.2. <i>Videodokumentation av intervjuerna</i>	103
5.6. KVANTITATIV DEL: ENKÄTSTUDIEN	103
5.6.1. <i>Diagnostiskt test, Eftertest och Tentamen</i>	103
5.6.2. <i>Självvärdering</i>	104
5.6.3. <i>Enkät beträffande utbytet från laborationen</i>	104
5.7. KVANTITATIVA DATAS BESKRIVNING.....	105
5.7.1. <i>Karaktärisering av insamlade enkätdata</i>	105
5.7.2. <i>Jämförelser av karakteristika för samtliga data och ett urval för jämförelser med tentamensresultatet</i>	106
5.8. KVALITATIV UTVÄRDERING - MÅLSÄTTNING	107
5.9. VIDEOREDIGERING OCH TRANSKRIBERING	107
5.10. ANALYSMODELL	107
5.10.1. <i>Laborationskursen sedd ur undervisningsmodellens perspektiv</i>	111
KAPITEL 6. ANALYSER	113
6.1. STATISTISK ANALYS	113
6.1.1. <i>Korrelationsmatris för valda items i det statistiska materialet</i>	113
6.1.2. <i>Laborationsrelaterade attityder i jämförelser baserade på olika gruppindelningar av datamängden</i>	113
6.1.2.1. <i>Det diagnostiska testet som indelningsgrund för två jämförelsegrupper</i>	113
6.1.2.2. <i>Könstillhörighet som ytterligare indelningsgrund för jämförelser</i>	116

6.1.2.3. Vad studenternas responser säger om deras bakgrund.....	117
6.1.2.3. Jämförelser mellan grupper indelade efter det diagnostiska testet och könstillhörighet	118
6.1.3. Attityder till micro/MAKRO i jämförelser baserade på olika gruppindelningar av datamängden..	124
6.1.3.1. Attitydskillnader mellan micro- och MAKRO-grupperna	124
6.2. ANALYS AV STUDENTERS AGERANDE UNDER LABORATIONENS PRAKTISKA DEL.....	127
6.2.1. Ett exempel på studenternas genomförande av ett försök.....	128
6.3. ANALYS AV TRANSKRIPTIONER	130
6.3. DISKUSSION	174
6.3.1. Studiens validitet.....	175
6.3.1.1. Randomiseringen.....	175
6.3.1.2. Förutsättningar.....	175
6.3.2. Undervisningens bidrag och studenternas förståelse	175
6.3.2.1. Begreppsbyggandet skiljde teoretisk kunskap från tyst kunskap	176
6.3.2.2. Laborationen förenar teoretisk kunskap och tyst kunskap	177
6.3.2.3. Studenternas förberedelser inför laborationen	178
6.3.2.4. Med ökad erfarenhet minskar frågorna under försöket.....	179
6.3.2.5. Försöket som styrmekanism i en ZOPED.....	179
6.3.2.6. Att bli förstådd/att förstå kommunikativt.....	180
6.3.2.7. Förståelsearbete i kemi	182
6.3.3. Analysmodellen i ljuset av studenternas respons i enkäter och intervjuer	183
6.3.4. Forskningsfrågan.....	189
6.3.4.1. Huvudfrågan	189
6.3.4.2. Följdfrågan: micro-MAKRO	190
6.3.4.3. Forskningsfrågans biprodukter	190
6.3.5. Implikationer och framtida forskning.....	190
6.3.6. Slutsatser och konsekvenser	191
REFERENSER:	193
Bilaga 1. Frågeformulär till intervjuerna	204
Bilaga 2. Frågeformulär till laborationsenkäterna (version Jonbytare).....	204
Bilaga 3. Korrelationsmatris gällande ett antal utvalda items.....	209
Bilaga 4. Transkribering av videoupptagning under ett studentpars agerande under det praktiska genomförandet av en laboration	212

Kapitel 1. Inledning och syfte

1.1. Vägen till avhandlingen

1.1.1. Varför ?

Undersökningen har fokus riktat på laborationen vilken beaktas av de som är verksamma inom naturvetenskaperna som en mycket viktig beståndsdel i den naturvetenskapliga utbildningen i stort, men som fundamental i den kemiska läroprocessen. Av miljö- och ekonomiskäl vill man på Göteborgs Universitet (GU) införa småskaliga laborationer, men av pedagogiska hänsyn vill man först veta om förändringen kan ske med bibehållen pedagogisk kvalitet. För att kunna jämföra laborerande i traditionell storlek med småskalig krävs svar på forskningsfrågan så man vet vilka förståelsebidragande faktorer i laborationen som ska jämföras.

1.1.2. För vem ?

En studie får sitt värde genom sina läsare. Att den som genomför studien tillfredställer sin egen nyfikenhet räcker i princip inte. I mitt fall handlade det från början om att efter tre decenniers undervisande, få möjlighet att sätta ord på tidigare undervisningserfarenheter och med ordens hjälp förstå och kommunicera det som tidigare endast varit tysta användbara erfarenheter. För att motivera skrivandet blev tanken på ”för vem” en motivationsfaktor. Andra forskare kan ha intresse av att läsa arbetet. Förhoppningen är att lärarutbildare och aktiva lärare vid läsning hittar nya infallsvinklar gällande värdet av laborativt arbete.

1.1.3. Forskningsfrågans utveckling

Ursprungligen formulerades frågeställningen: **Får kunskapsutvecklandet samma progression med microscale i den grundläggande kemiutbildningen som den tidigare fått med den traditionella metoden (MAKRO)?**

Det finns många argument för att i kemiundervisningen införa microscaletekniken i

laboratorierna. Både ekonomiska skäl, miljöskäl och komfortskäl räcker vart och ett för sig för att motivera en övergång till det lilla formatet. Det finns ett intresse både i Sverige och utomlands för min studie huruvida microscale understöder studenternas lärande och förståelse likvärdigt med dess föregångare. Vid genomgång av vad som presenterats i litteraturen erhöles träffar med sökordskombinationer som microscale/small-scale och didaktik/pedagogik. Vid närmare kontroll visade det sig att kombinationerna avsåg utveckling av nya försök i microscale. Litteratursökningar, med assistans av ämnesinriktade bibliotekarier (GU och HH), och allmänna undersökningar på nätet visade inga indikationer på existensen av studier kring kognitiva effekter från laborativt arbete med små kemikalimängder därför bygger diskussionerna på antagandet att det saknas liknande undersökningar.

En jämförelse mellan två metoder förutsätter att viktiga komponenter, i laborationen, som påverkar studenternas förståelsearbete fastslås i en studie. En modell konstruerades, grundad på förstudier och litteraturstudier, för hur laborationen erbjuder studenten en väg att genom erfarenhet (icke- verbal representation) nå förståelse av de verbalt beskrivna teorierna och att transformera denna förståelse till verbal representation. Studien intresserar sig för det som händer och som kan bidra till förståelsen från det att laborationen förbereds till dess att laborationsrapporten är skriven. Modellen blev ett teoretiskt verktyg i vilket förväntade faktorer skulle kunna förklaras och med modellen använd som en slags ”gärningsmannaprofil” kunde nya eventuellt förståelsebidragande faktorer ur data upptäckas. Således, att finna förståelsebidragande skillnader i jämförelser mellan laborationsutföranden i traditionell och småskalig storlek fick träda i bakgrunden för en mer viktig och generell fråga.

I föreliggande projekt analyseras de olika laborationsrelaterade faktorernas roll för studenternas förståelse för att därefter kunna bedöma om den pedagogiska kvalitén kan bibehållas vid en övergång från traditionell makroskala vid laborativt arbete till en mer miljöanpassad microscale. Tentamensresultaten och den relativa ökningen från ett diagnostiskt prov (förtestet) till tentamen används som indikator på undervisningens och studenternas insatsers effekt på studenternas kunskapsförädling. Relationerna mellan studenternas uppgifter, om sin bakgrund och om sina attityder till kemiundervisningen i gymnasiet respektive universitetet, och nämnda indikatorer används för att bedöma förståelsebidragande faktorer.

1.1.4. Studenterna

Nya aspekter på begreppet student tillkom under studiens gång: Laborationskursen som de studerade är del av är den första kemikursen inom de olika inblandade utbildningsprogrammen. Utvecklingen inom utbildningsväsendet har lett till att allt fler studenter erhållit sin naturvetenskapliga kompetens från komvux, basår, folkhögskola och andra utbildningsvägar. Ungdomsgymnasiets naturvetenskapliga program erbjuder samma kompetens under en betydligt längre tidsrymd vilket kan ha betydelse i sammanhanget, t.ex. bör erbjudandet av laborationsaktiviteter ha varit mer omfattande vid utbildning på det naturvetenskapliga programmet. Studenterna söker sig till ett utbildningsprogram på universitetet och det innebär att ett stort antal studerar kemi för att det ingår i utbildningen. Det kan vara värt att notera att varje läsår påbörjar ca 400 studenter, från ett tiotal olika naturvetenskapliga program, kemistudier erbjudna vid GU.

1.1.4.1. Att ha fått kemin ”på köpet”

Det stora flertalet studenter i studien har fått kemin ”på köpet”. Det är stor skillnad mellan att av intresse välja att läsa kemi och att av intresse för biologi bli tvungen att läsa kemi! I det förra fallet bör attityden vara problemfri, i det senare fallet återfinns med all sannolikhet attityder över hela skalan från starkt motstånd till att tillägna sig kemiämnet i ena änden, till en ambitiös förväntan att de kommande kemikunskaperna så småningom skulle kunna vara ett utmärkt verktyg att arbeta sig till en bred förståelse av biologin. Tendensen vid svenska lärosäten är att andelen studenter som läser kemi, för att det ingår i utbildningen, hela tiden ökar.

1.1.5. Här och nu

Individen befinner sig alltid här och nu. Individen intresserar sig för det han/hon håller på med här och nu. När man klättrar på en bergvägg engagerar man sig i klättringen här och nu. När man laborerar intresserar man sig för laborerandet här och nu. När man läser intresserar man sig för läsningen här och nu. Med läsandet kan individen förflytta sig i tid och rum, här och nu kan bli en helt annan plats och tid. Läsandet av de flesta böcker förflyttar läsaren genom beskrivningar av miljöer som syftar på för läsaren välkända objekt och fenomen. Om inte texten lyckas få läsaren att återskapa tiden och rummet återvänder denne hellre till

verklighetens här och nu. Kemitexter har den nackdelen att tid och rum som beskrivs, om de beskrivs, inte känns igen av flertalet studenter som precis har påbörjat sina kemistudier. Laborationspasset upplevs här och nu och kan därmed vara stimulerande för studenten. Minnet av laborationspasset har styrkan att utgöra tid och rum (ett episodminne) som kemitexterna vid senare tillfälle kan referera till.

1.2. Några definitioner

1.2.1. Laborationen

Laborationen definieras i den här undersökningen som hela processen från det att studenterna förbereder laborationstillfället hemma till det att laborationsrapporten är godkänd. Ofta associeras beteckningen laboration enbart med själva det praktiska utförandet. Vidare används ofta beteckningen laboration i samtal omväxlande till att syfta antingen på den praktiska delen eller på hela laborationen från början till slut. Då intervjuerna genomfördes hade inte denna dubbla betydelse uppmärksamats. Ambitionen är att texterna nu tydligt pekar ut i vilken bemärkelse det används från gång till gång. I undersökningen diskuteras förberedelserna, församlingen (prelab), det praktiska arbetet, efter-samlingen (postlab), studenternas diskussioner och laborationsrapporten, dessutom har studenterna via intervjuerna sträckt ut diskussionerna att även omfatta att förberedelserna initieras på föreläsningstid före deras egna förberedelser hemma.

1.2.2. micro/MAKRO

Beteckningarna micro och MAKRO används i flera sammanhang utanför den här studien, såsom för *individ - samhälle* och *molekylär nivå och visuell nivå* för att nämna några exempel. Användningen av beteckningarna i min studie har enbart avsikten att underlätta syftningarna på den småskaliga laborationstekniken (microscale) och den traditionellt ”storskaliga” tekniken. För att stärka associationerna i syftningarna skrivs micro med små bokstäver och MAKRO med stora bokstäver.

1.2.3. The First Year Experience (FYE)

Man har under senare årtionden uppmärksammat problem vid övergångar mellan olika stadier för elever under skolgången och för studenter under deras första akademiska år. I USA har man på akademisk nivå sedan länge anpassat systemet så att det finns ett inbyggt hänsynstagande till dessa anpassningsproblem. Den andra Europeiska FYE konferensen (EFYE Conference Programme, 2007) arrangerades vid GU 9-11 maj 2007. Eventet gav en tydlig indikation på att det pågår liknande förändringsarbete även utanför USA. I föreliggande studie är de deltagande studenterna att betrakta som FYE studenter och kallas därmed i texten för nybörjare när den aspekten utpekas. Enligt studenternas egna utsagor och enligt kemiundervisare på GU är dessa initiala problem identifierade i denna studie av mindre betydelse i kommande kemikurser.

1.3. Problemställning och avgränsning

1.3.1. Problemställning

I en tid, präglad av besparingar i samhället samtidigt som forskningsrapporter har svårt att visa att effekter från laborationer i kemiundervisningen avspeglar sig i examinationen har laborationen allt svårare att försvara den självklara roll i kemikurserna som den ofta tillskrivs av undervisare inom ämnet. I takt med att datorerna blivit billigare och vanligare argumenteras det allt oftare att dessa kan ersätta laborationerna och därmed sänka kostnaderna för undervisningen. Vad mäter examinationen? Bidrar laborationen överhuvudtaget med något för studenternas del? Bidrar laborationen till kognitiva kvalitéer hos studenterna? Vad är det som datorerna kan bidra med lika bra som att handskas direkt med kemikalier? Kan man avskaffa laborationerna helt utan att studenterna påverkas negativt i sina studier. Listan på de obesvarade frågorna är lång och kan besvaras ur många perspektiv. Om frågorna ska avverkas för att få ett underlag grundat på väldokumenterad kunskap, bör man låta studenterna, för vars skull laborationsverksamheten anordnas komma till tals: Vad anser studenterna? Ett studentperspektiv bör kunna bidra med värdefulla svar som pekar ut vilka frågor i listan som ska prioriteras och vilka som ska avskrivas innan det fortsatta sökandet på

svar påbörjas. Anser studenterna att laborationen är viktig för deras förståelse? Om så är fallet; vad är det i laborationen som bidrar till deras förståelse av de vetenskapliga idéerna?

1.3.2. Avgränsningar

Förståelse av kemi har många aspekter, till exempel anger av Johnstone (1982) som delat in kemin i olika beskrivningsnivåer, den makroskopiska, den sub-mikroskopiska och den symboliska. Den beskrivningen har naturligtvis betydelse i föreliggande studie utan att diskuteras explicit eftersom intresset har avgränsats till att studera de upplevda representationerna i samverkan med den verbalt representerade teoribeskrivningen.

Intresset har också begränsats till att undersöka studenternas perspektiv

Studien kan förmodligen ge indikationer om förståelsebidraget från laborationer på olika undervisningsnivåer.

1.4. Forskningsfrågor

1.4.1. Huvudfråga

Bidrar laborationen till att underlätta studenternas kognitiva arbete att förstå teorin som ingår i deras första kemikurs på akademisk nivå och i så fall, hur?

1.4.2. Följdfråga angående användningen av småskaligt laborerande

Bidrar laborationen till att underlätta studenternas kognitiva arbete att förstå teorin som ingår i deras första kemikurs på akademisk nivå oavsett om det praktiska arbetet genomförs i traditionell eller småskalig storlek?

Kapitel 2. Kemiförsökets storleksutveckling sedan alkemins dagar

2.1. Laborationen, det icke-verbala alternativet

I varje utbildningssystem är det utbildningens utfall som är det primära intresset för både lärare och studenter. Med utbildningens utfall menas här det som de studerande kan visa upp ifråga om kvalitativt fördjupad förståelse som ett resultat av erhållen universitetsutbildning. Viktiga generella mål i universitetsutbildningen är till exempel problemlösande förmåga, kritiskt och oberoende tänkande och drivkraft att nyfiket upptäcka nya dimensioner och idéer för en utveckling av det egna skapande jaget. Det är lärarnas ansvar att genom både analys och kvalitetssäkring, omsorgsfullt och systematiskt utveckla utbildningens innehåll och utformning i avsikt att uppnå målen. Detta är vår primära uppgift som pedagoger. Laborationen kan vara en väg att nå målen då de praktiska inslagen erbjuder studenten en aktiv roll att relativt självständigt undersöka den verklighet som teorin beskriver.

2.1.1. Kemi är ett laborativt vetenskapsområde!

Hela kemins kärna ligger i interaktionen mellan teoretiska kunskaper och motsvarande exempel i den laborativa miljön. Laborativt arbete dominerar inte bara utbildningen på högskolenivå utan även all forskningsverksamhet och produktion inom institutioner, industrier och företag.

2.1.2. Kemi är inte ett laborativt vetenskapsområde!

Under ovanstående rubrik argumenterar Hawkes (2004) mot laborationens plats i undervisningen. Han anser inte att studenterna förbättrar sin förståelse genom att kopiera

kemisternas arbete i laboratoriet. Om laborationerna är väl genomtänkta och undervisas väl kan de, enligt Hawkes, på sin höjd bidra till bättre tolkningsförmåga och insikter i experimentell utformning. Eftersom de flesta kemistudenter inte har något behov av att träna sina laborativa färdigheter anser han att det skulle både spara resurser och tid att låta studenterna lära sig nämnda kognitiva kunskaper med datorsimuleringar istället. Hawkes hävdar vidare att de erfarenheter som studenterna får med sig från laboratoriet är mindre användbara än de erfarenheter de har med sig till undervisningen, såsom viskositeten hos sirap, formbarheten hos bly, plasters vattengenomsläpplighet i vattensängar och korrosionsbenägenheten hos järn.

Frågor som artikeln skapar är: Har flertalet studenter med sig erfarenheter som de kan använda i sina kemistudier? Kan datorer ersätta första terminens laborationer? Har Hawkes tagit hänsyn till att det numera är ett universitet för alla? Vilken syn får studenterna på kemiämnets väsen (NOS)? Etc.

2.1.3. Kunskapsintegrering mellan teori och laborationer utifrån ett lärandeperspektiv

I Egidius bok "Pedagogik för 2000-talet" (Egidius, 2002) återges Kolbs modell för lärandecykeln, alltså att individen når förståelse genom upprepning av ett antal förståelsesteg. Ursprungligen var lärandecykeln utvecklad av Kurt Lewin och Kolb refererade till den för att ge sin tolkning av Upplevelsebaserat Lärande: "allt lärande som har sin grund i konkreta upplevelser är effektivare än sådant kunskapsförvärv som består i inläsning av texter och lyssnande till föreläsningar". Tonvikten i denna teori ligger på att konkret upplevande (concrete experience) är basen för allt lärande, lärande av nya kunskaper såväl som fördjupat lärande. "Direkt personlig erfarenhet ger liv, nyanser och mening åt abstrakta begrepp och gör det möjligt att testa begreppen i en åskådlig verklighet" (s.118, Egidius, 2002). Citatets innehåll är tilltalande. Ofta när forskningslitteraturen beskriver laborationer handlar fokus om hur försöken utförs (Domin, 1999), vilket behandlas i ett senare avsnitt. Det konkreta upplevandet som Lewin betonar får inte lika stor plats i litteraturen. Enligt intervjuer i mitt projekt och andra undersökningar betonar studenterna upplevandet mer än vad lärare och didaktiska forskare i regel gör.

Lewin verksam i Berlin fram till nazisternas maktövertagande var påverkad av Gestaltteorin (Uppslagsord: Lewin Kurt. Nationalencyklopedin, 2000) vilket bidrog till hans helhetssyn. ”... se till att de lärande befinner sig i ett här och nu, en konkret situation som de ska bemästra intellektuellt och praktiskt” (s.120, Egidius, 2002). Ovanstående två citat har, liksom Egidius bok, kommit in när huvuddelen av det här arbetet redan var skrivet och verkar sammanfatta mycket av den kommande texten. (Hade samma texter nått studien tidigare, hade inte kunskapen varit tillräcklig för att se det speciella i Lewins kognitiva rymd!). Ur Lewins perspektiv på laborativt arbete som en kognitiv aktivitet följer att eget laborativt arbete får alla de kvalitéer som Lewin framhåller. Demonstrationsförsök, interaktiva program, filmer, en lärare som berättar kompletterat med illustrationer, berättande utan illustrationer och slutligen böcker blir då steg i ordning efter hur dessa kvalitéer avtar, samtidigt som den verbala representationen i informationen ökar på bekostnad av den visuella representationen.

2.1.4. Kunskapsintegrering mellan teori och laborationer utifrån ett undervisningsperspektiv

Det är naturligt i en alltmer mångfacetterad kemisk värld att försöka uppnå en integration av undervisningsmaterialet genom bibehållen specialiststruktur i undervisningen. Problemet ger intryck av att ha enkla organisatoriska lösningar. I praktiken har problemet visat sig vara i det närmaste lika komplext som kemin är mångfacetterad. Införandet av en ny laborationskurs i microscale för den grundläggande nivån i kemi ökar förmodligen möjligheten att integrera ämnesexperterna i projekt där målet är att skapa en ur samhällets perspektiv hållbar kemikurs. Kemiska försök i microscale används sedan drygt 10 år allmänt inom organisk kemi. Däremot används microscale vanligtvis inte i den laborativa verksamhet som kompletterar teoribildningen på grundläggande kurser i allmän och oorganisk kemi, eller på fortsättningskurser i beskrivande oorganisk kemi vid universitet i Sverige. Traditionellt utförs fortfarande laborationer med en åtgång av ca 10 gram kemikalie per försök.

2.2. Laborariehistorik – från alkemi till microscale

Under medeltiden när alkemin uppstod var både verktygen och tekniken för laborariearbetet primitiva. När den moderna kemin uppstod hade århundraden av utveckling av den

tekniska utrustningen förändrat situationen. Malmhanteringen i Sverige utökades och behovet av planering och kunskap växte i samma takt. En åtgärd i sammanhanget var att år 1648, på befallning av Karl XI:s skattmästare greve Bjelke inrätta ett kemiskt laboratorium med namnet ”Prober och Laborantkammare” (Trofast, 1992). Kemisterna började nu använda fysikens experimentella metodik i sina försök, vilket gav mera ordnade forskningsresultat. Laboratoriets verksamhet var dock periodvis helt nedlagt av olika omständigheter. 1731 övertog George Brandt ansvaret för den kemiska verksamheten och det var först då som laboratoriet fick en varaktig verksamhet.

Vid samma tidpunkt inrättades fyra auskultanter som fritt skulle undervisas i malmkännedom, kemi och proberkonst samt dessa vetenskapers tillämpning i smältväsendet (Trofast, 1992). En karriär inom Bergskollegium (statlig myndighet med gruv- och metallnäringsen som ansvarsområde) inleddes normalt med auskultationstjänstgöring. Under 1700-talet fick både den kvalitativa och den kvantitativa tekniken sina genombrott. En tidig presentation av kemisk laboratorieutrustning gavs ut av Wilson (1709). Tack vare de nya metoderna kunde den vetenskapliga förståelsen inom ämnet ta avgörande steg i rätt riktning, många nya grundämnen upptäcktes och flogistonteorin kunde avvisas.

Det första undervisningslaboratoriet i kemi utvecklades av professor Thomas Thompson på University of Edinburgh 1807 (Reid, & Shah, 2007). 1824 inrättade Justus von Liebig i Giessen (delstaten Hessen, Tyskland) det första undervisningslaboratoriet som förberedde studenterna till en forskarskola för systematisk experimentell forskning. För ändamålet utvecklade von Liebig en helt ny laboratorieutrustning, minimerad i storlek så långt den tidens kemiska analysteknik tillät. Redan 1899 infördes kemilaborationer på gymnasienivå i Storbritannien. von Liebig's laboratorieutrustning blev snabbt standard på de flesta undervisningslaboratorier. Med tiden växte denna standard in i folks medvetande som den enda tänkbara storleken. Samtidigt med von Liebig kämpade Berzelius i Sverige för att få kemiämnet erkänt som ett undervisningsämne och argumenterade hårt för detta i undervisningskommittén på 1820-talet (Trofast, 1992). Berzelius som är monumental inom kemin, skrev en lärobok med det slående namnet ”Lärobok i kemien.” (del 1-3 utkom 1808-18 och del 4-6 utkom 1827-30). Denna lärobok innehöll samtidens hela kemiska vetande och dess uppläggning blev mönsterbildande. Den översattes till tyska, franska, nederländska, italienska och spanska och betraktades i årtionden som nära nog en kanonisk skrift (Nationalencyklopedin, 2000).

1796 påbörjade Berzelius medicinstudier i Uppsala med avsikten att därigenom kunna studera kemi. Den kemiska vetenskapen saknade status vid universitetet, och när han ville upprepa Scheeles experiment med syre och förbränning saknades möjligheter att utföra dem på universitetslaboratoriet, vilket fick till följd att Berzelius utförde försöken hemma i sitt kök istället (Bolin, & Gustaver, 1953). Hans lärobok bygger på kunskaper erhållna ur ett liv fyllt av intensivt experimenterande. Laboratoriets centrala roll för Berzelius beskrivs:

Karl XIV Johan ville 1839 utnämna honom till president i Bergskollegium men respekterade till slut Berzelius önskan att slippa bli enbart administratör. Lättad av detta utropade Berzelius, när han efter audiensen återkom till sitt laboratorium: "Si så, mina kära trattar och burkar, här har ni mig igen, oss skall ingen skilja så länge lifvet räcker!" Levi Tansjö

(sökord: *Berzelius*. Nationalencyklopedin (2000))

Förmodligen ansåg Berzelius att det var viktigt för en kemistudent att arbeta experimentellt, men ansåg nog att lärandet kommer från föreläsningar och bokstudier. Behovet av undervisningslaboratorier motiverades från början med att den lärande skulle genomföra laborativt arbete i syfte att kunna hitta nya grundämnen, framställa nya produkter och för att kunna analysera ett prov.

Microscale etablerades som en utvecklad teknik redan för 100 år sedan, då som en exotisk nisch. Österrikarna Friedrich Emich (Liebigpriset 1911) och Fritz Pregl (Nobelpriset 1923) är de två personer som framhålls som upphovsmän för denna laboratorteknik. Emich gav 1911 ut *Lehrbuch der Mikrochemie* som den första handboken i ämnet. Genom att arbeta med mycket små mängder kunde man snabbt få fram sin syntesprodukt. Det var en relativt dyr laborationsmetod eftersom den krävde specialtillverkad utrustning.



Figur 1. Kemiska reaktionsstudier i microscale. Mindre kemikalieförbrukning - mindre avfallsmängder, tid för fler laborationer, individualiserat laborerande och ökad miljömedvetenhet på kemikurserna!

Den moderna versionen av *microscale* påbörjades omkring 1980 som följd av problem att kunna erbjuda kemistudenterna en god arbetsmiljö under laborationerna. Istället för att anpassa ventilationen till försöken, anpassades försöken till ventilationen. Microscaletekniken i den form den har idag utvecklades ursprungligen av Butcher, Mayo och Pike. 1983 erbjöd man på försök laborationskurser i organisk kemi där microscaletekniken utnyttjades. Initiativtagarnas slutsatser av försöket var mycket positiva, studenterna kunde handskas med utrustningen och tillgodogöra sig försöken. Den första läroboken gavs ut 1986 (Mayo *et al.*, 1986). Szafran, från Merrimack College och kollega med Pike, presenterade 1988 på the Biennial Conference on Chemical Education sina erfarenheter av två års oorganisk microscale användning. Resultaten publicerades i en artikel 1989 (Szafran *et al.*, 1989). Sedan dess har microscale spridits över olika discipliner och olika undervisningsnivåer. Gymnasier, högstadier och t.o.m. mellanstadier anammade snabbt tekniken. Artiklar om microscale i Journal of Chemical Education har stadigt ökat i antal, och tidningen har numera en ”microscale corner”. Det finns åtskilliga läroböcker i ämnet (se till exempel Thompson (1990), Pavia *et al.* (1999) och Ibanez *et al.* (2007)). Genomgående är att artiklarna och läroböckerna beskriver teknikens användning och ger förslag på tillämpningar, ofta grundade på småskalighetens nya möjlighetserbudanden men ger i regel inga vetenskapliga belägg för metodens utbildningseffekt. På samtliga undervisningsnivåer saknas således undersökande systematisk forskning som beskriver microscaleteknikens kvalitéer, och analyser av den didaktiska effekten.

2.3. Ekologiskt hållbara laborationer – en framtid

Storleksområdet för försöken i undervisningslaboratoriet kan placeras mellan de gamla beteckningarna mikroskala och halvmikroskala. Beteckningen microscale används i den här studien som ett sammanfattande begrepp. Ordet microscale har ingen tidigare betydelse i Sverige och ger därmed inga missvisande associationer till den ursprungliga mikroskalan eller halvmikroskalan. Laboratieförsök, som exempelvis synteser av olika kemiska föreningar i microscale, innebär utförande med en kemikalieåtgång mindre än 1 gram per försök. Ibland används även termen ”småskalighet” för dessa typer av laborativt arbete snarare än microscale. Vad motiverar användning av småskaliga kemiska försök i kurslaboratoriet i stället för att arbeta med försök i vilka ca 10 g kemikalie används? Det bästa sättet att sammanfatta svaret görs i tre ord: miljö, kostnad och säkerhet. Varför har man inte gjort det

tidigare? Kanske ligger svaret i att det generellt har varit en svårare laboratorietechnik vars utbildningseffekt inte finns dokumenterad, och att den initiala glas- och laboratorieutrustningen varit mycket dyrare än de befintliga traditionella provrören och bägarna. De senaste decenniernas utveckling av elektroniska precisionsvågar och variabla automatpipetter gav positiva effekter både beträffande användarvänlighet och investeringskostnader. Det är emellertid uppenbart att, förutom en minskad kemikaliebelastning av vår miljö, erbjuder laboratorieförsök i microscale förutsättningar för att studenten inte ska exponeras för hälsovådliga kemikalier i form av giftighet, korrosivitet, eldfarlighet eller explosivitet i samma grad som tidigare.

Mitt projekt "Kemilaborationens bidrag till förståelse" innebär en systematisk kvalitativ och kvantitativ analys av genomförandet av laborationer i microscale vid institutionen för kemi, GU. Som en konsekvens av det målmedvetna arbetet med att uppnå de kvalitetsmål som institutionen för kemi vid GU har definierat, och som ett led i ett mönster av förbättringsaktiviteter har nu laborationer införts i microscale i väsentligen samtliga laborationskurser på alla utbildningsnivåer. Införandet är i sin grund baserat på utfallet från studien "Kemilaborationens bidrag till förståelse".

I Sverige har tekniken sedan 1992 genom fortbildning i min regi spritts till landets gymnasieskolor. Ett stort antal lärare från hela landet har fortbildats i det nya sättet att laborera.

Kapitel 3. Teorier för lärande

3.1. Teorier för lärande ur ett evolutionärt perspektiv

Kunskaps- och informationsöverföring från dåtid till nutid

The essence of my hypothesis is that the modern human mind evolved from the primate mind through a series of major adaptations, each of which led to the emergence of a new representational system. Each successive representational system has remained intact within our current mental architecture, so that the modern mind is a mosaic structure of cognitive vestiges from earlier stages of human emergence.... The key word here is representation. (Donald, 1991, p.2)

a functionalist account of any perceptual mechanism or system will tend to begin with the question: What is it for? How might such a mechanism have evolved? What evolutionary advantage might it confer? (Gordon, 1997, p.3)

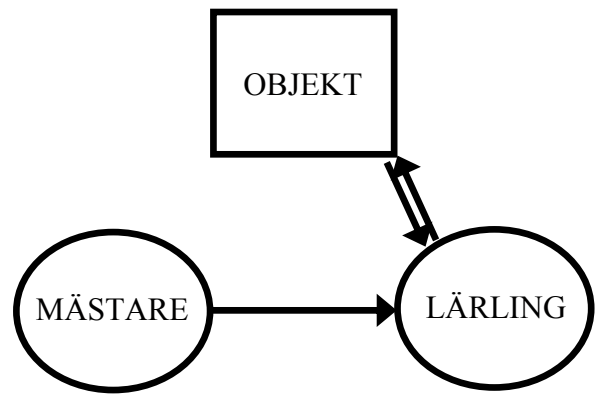
Lärande kan betraktas ur ett evolutionärt perspektiv för att ge en bild av hur olika former av representationer samverkar till lärandet. Den evolutionära granskningen förtydligar Donalds hypotes om representativa system som i den moderna människans intellekt arbetar i tät integration som om de endast bestod av en enhet.

Pilarna i de följande Interaktionskartorna symboliserar i vilken riktning som information/påverkan går
--

3.1.1. Informationsöverföring före språkets tillkomst

I Donalds modell (1991) är symboltänkandet ett avgörande kognitivt verktyg med vars hjälp människan kunde utveckla fysiska verktyg och sociala mönster för att hävda sig som art. Användandet av minspel och gester var viktiga i individkontaktarna före språkets tillkomst. Enligt Säljö (2000) är språket ett viktigt verktyg i det vi kallar tänkande. Tänkandet är enligt honom som ett inre samtal. Tänkandet i verbal representation organiserar i högre grad tankarna kring den egna verkligheten än tänkandet i symbolisk representation genom att språket kan peka ut speciella aspekter av det som symbolen representerar.

Kunskapsöverföring i begynnelsen (före språkets uppkomst - enligt genetikerna utvecklades språket för ca 100 000 år sedan) byggde troligtvis mycket på att den som hade förvärvat en praktisk kunskap demonstrerade användandet av objektet/redskapet för lärlingen. Kunskapsbyggandet initierades i direkt kontakt med objektet. Lärlingen kunde sedan fördjupa kunskapen i interaktion med redskapet, undersöka vad som fungerade och vad som inte fungerade. Det handlade med andra ord om en tvåvägskommunikation med objektet.



Interaktionskarta 1. Kommuniserandet före språkets tillkomst

Ett minne som vid återerinring upplevs med plats och en tidsmässig början och slut definierades av Tulving (1972) som ett episodiskt minne. De episodiska minnena ersätts av ett semantiskt minne när generella kunskaper ur episoderna uppenbarar sig för individen. De båda minnesformerna skiljer sig i struktur men inte i var de lagras. Enligt Säljö (2005) var dessa episoder möjliga att kommunicera, även under den mimetiska perioden, innan det förekom talad kommunikation mellan två individer som levde tillsammans inom samma lilla grupp. Donald (1991) hävdar att de individer som ligger närmast människan intellektuellt, aporna, verkar ha enbart episodiskt minne eftersom de saknar symbolisk representation, Donald menar att deras enda representation är händelsen. En konsekvens av hans beskrivning skulle kunna vara att aporna inte kan skapa semantiska minnen. Enligt Donald är människans språk en omkodning av den symboliska representation som föregick språket. I ljuset av att människan utvecklade en jämförelsevis hög kultur redan före språket, skulle Tolvings utsaga att episodiska minnen ersätts av semantiska minnen kunna tala för att den symboliska representationen är en mycket viktig skillnad mellan människa och apa. I Donalds beskrivning utvecklas även procedurminnen ur episodiska minnen, men dessa kunskaper handlar enbart om att fysiskt kunna agera rätt i en given situation. Det symboliska bearbetandet bör rimligtvis ha begränsats till att koppla synbara, emotionella, rumsliga och kronologiska likheter.

En erfarenhet består enligt Dewey (1997) av två komponenter, en aktiv och en passiv. Den aktiva delen är ett skeende, en handling eller ett test, den passiva delen är upplevandet av aktivitetens konsekvenser vilka vid reflekterande kan leda till lärande (jfr dubbelkodnings

teorin). Skeendet är som Dewey uttrycker det ”skrivet i vattnet”. Vattenringarna ger avtryck (jfr ett episodiskt minne) endast om händelsens utfall påverkat individen sinnligt. Minnet är en obearbetad erfarenhet. När händelsen genererar reflektioner som kopplar händelser bakåt i tiden eller påverkar framtida agerande, drar man lärdom av erfarenheten (jfr ett semantiskt minne). En erfarenhet är ett undervisningserbjudande. För att knyta an till Interaktionskarta 1. är erfarenheten människans ursprungliga skola. Enligt Dewey är det kunskap om den är ”*kumulativ eller går ut på något, eller har mening*” (Dewey, 1997, s.184). Talet fyra har i olika studier de senaste 100 åren angivits i studier som det högsta antal man sinnligt kan uppleva (subitize). Riggs *et al.* (2006) visar, med vuxna försökspersoner, att antal upp till tre uppfattas i en subitized process både visuellt och taktilt, medan fyra och talen över ger avvikande längre responstider och avvikande ökad felprocent. Fischer (1992) redovisar studier som påvisar att antal över tre hanteras av höger hjärnhalva (en bedömning av helhetsbilden) medan vänster hjärnhalva klarar upp till tre problemfritt vilket i sig kan vara en indikation på att räknefärdigheterna kommit in sent i evolutionen, att språket skulle kunna vara en förutsättning för räknandet. Fastsländet av det högsta ”ögonblicksantalet” i olika studier, sammanfattar Fischer, är 3 eller 7 beroende på om subitizing grundas på; när responstiden ökar avvikande mycket eller när angivet antal är felaktigt i mer än 50% av svaren. Antal över dessa gränstal bör ha varit ett problem för en individ före orden så att även om personen lyckades koppla ett antal objekt till att vara samma som antalet fingrar på händerna, så bör alla antal över gränstalen ha ställt till problem.

Alltså människan var en lika mycket tänkande varelse då, det var bara redskapen som var sämre. ”Ögonblicksantalet” igen, nutida studier av schackspelare, oavsett spelarnivå, visar inga större skillnader vid intelligenstester (Lundh, Montgomery och Wærn, 1992). Vad som skiljer dem åt är kapaciteten att avläsa ”brädet”. Nybörjare kan vid test med hjälp av minnet placera ut omkring fem pjäser i en uppställning korrekt medan mästare har kapacitet för omkring tjugo. En inre kontext mellan objekten gör det möjligt att erinra sig fler objekt än ”ögonblicksantalet”. Det är inte antalet som erinras, utan det är det strategiska sambandet i bilden som återerinnras och som indirekt ger antalet - alltså ett bildtänkande som rimligtvis har levt kvar sedan det preverbala stadiet. Detta talar för att samma intelligenta tänkande existerade, men det logikstärkande redskapet ”lingua” saknades. Förutom det organiserande språket saknades den likaledes organiserande matematiken. Avsaknad av tidsbegrepp bör också ha varit hämmande.

Lundh, Montgomery och Wærn ger ytterligare ett exempel på icke-verbalt tänkande. Antag, att du tänker och plötsligt får en insikt och försöker förmedla den med språket, då kodar du om idén i ord och känner efter om orden stämmer med idén. Deras poäng är att om du tänker med språkets hjälp så borde det vara oproblematiskt att uttrycka insikten verbalt. Tänkande på individuellt plan sker rimligtvis med någon form av personligt symbolspråk i grunden, ett symbolspråk som fanns före orden.

3.1.1.1. Tyst kunskap och kreativitet

Utan orden bör all kunskap ha varit den erfarenhetskunskap som Dewey (1997) beskrivit och på många sätt vad som idag kallas tyst kunskap. De lagrade erfarenheterna och deras kopplingar ger möjlighet att ta icke-verbala beslut om vad som brukar fungera och vad som inte fungerar. Millar (2004) skriver att tyst kunskap också kallas för "knowledge in action", helt i enighet med föregående påstående. *"Polanyi förnekade att det skulle finnas en teoretisk kunskap i ordets bokstavliga mening"* (Liedman, 2001, s.115). En verbal förklaring, är inte heltäckande, har inte ett eget liv, utan den får liv först när mottagaren har möjlighet att bidra med den tysta kunskap/"knowledge in action" som gör förklaringen meningsfull för mottagaren. För gruppens/stammens fortsatta välbefinnande var de yngre medlemmarna tvungna att genom trädning (överföring mellan generationerna) ta till sig den i gruppen samlade kunskapen, för att framgångsrikt leda gruppen vidare och så småningom föra kunskapen vidare, förhoppningsvis ytterligare förädlad, till nästa generation (Säljö 2005). Trädningen skedde i en lärlingsliknande form där den yngre generationen följde med i de dagliga sysslorna och så småningom deltog aktivt i dessa. I nutida lärlingsutbildning går lärlingen bredvid en erfaren yrkesman/kvinna för att ta del av all den kunskap som, trots vårt verbala samhälle, av någon anledning inte förmedlas verbalt. Den mimetiska kommunikationen skedde med:

Tones of voice, facial expressions, eye movements, manual signs and gestures, postural attitudes, patterned whole-body movements of various sorts, and long sequences of these elements. (Donald, 1991, p. 169)

Ett antagande att även färger hade en viktig roll i kommunikationen kan knappast vara kontroversiell. I jägarkulturen var sinnen tränade för färger och läten viktiga för jakten och överlevandet. Än i våra dagar använder vi färger i kommunikationen, i kläderna för att signalera grupptillhörighet.

FAKTARUTA: Minnet (Kommer att behandlas vidare i avsnitt 3.2.1.)

På förslag av William James, 1890, delades begreppet minne upp i två enheter, som senare kom att kallas Arbetsminne och Långtidsminne. Senare såg man att Långtidsminnet kunde delas upp i ytterligare underenheter. Under det senaste decenniet har minnesforskningen tillsammans med medicinsk forskning nyttjat diverse tekniker såsom positronemission (PET) och magnetröntgen (fMRI), med vars hjälp man har verifierat och enats kring en minnesstruktur i vilken Långtidsminnets innehåll delas upp i kategorierna Deklarativa minnen och Icke - deklarativa minnen. Dessa i sin tur delas upp i underkategorierna Episodiskt minne (Upplevelseminne) och Semantiskt minne (Vad man lärt sig minne) respektive Procedurminne (Hur man gör det minne) och Perceptuellt representationssystem (Att känna igen minne) (Nilsson, 2004).

Tack vare det som Vygotskij (1930) kallar högre mentala förmågor (minnet, problemlösningsförmåga, kreativitet och andra viljestyrda handlingar) ägde och äger, hela tiden en kunskapsförädlingsrum - vårt komplexa sociala och tekniska samhälle är beviset. Kreativitet syftar enligt Vygotskij (1930) på en mänsklig aktivitet som producerar något nytt, det kan vara ett tänkt eller ett verkligt objekt, det kan existera i individens yttre eller inre värld. Det kreativa skapandet ger nya tankar som inte är upplevda utan är ett resultat av inre aktiviteter där existerande episodiska minnen kombineras ihop till ett nytt minne i form av en bild, en uppfattning, ett sammanhang. Enligt Vygotskij kallas detta nya minne inom psykologin för en föreställning eller fantasi. Beskrivningen av nämnda minne beskrivs på samma sätt som det minne som Tulving (1972) benämner semantiskt. Allt mänskligt skapande bygger på fantasi; kulturen, konsten, samhällsskapelsen, ekonomin, naturvetenskapen och tekniken och alla dessas produkter är fantasi som blivit verklighet eller som Vygotskij kallar det en "kristalliserad fantasi".

Före ordens tillkomst byggde skapandet sannolikt uteslutande på samlad erfarenhet och kreativitet. Med observationer om vad som ofta fungerade och vad som dessutom fungerade bättre, verkar det logiskt att erfarenheterna av att dela en stock med en rund sten eller en kantig sten förr eller senare ledde till att någon individ inte nöjde sig med att leta upp nya kantiga stenar. Individens fick i stället idén att själv forma stenen så att den inte bara blev kantig utan att kanten dessutom blev skarp. En annan individ som observerat att verktyget blev kraftfullare när man högg med utsträckt arm än med handledsrörelser fick idén att det

blev ännu mer kraft i hugget om han förlängde armen genom att sätta fast stenen i änden på ett skaft. Stenen, skriver Säljö, blev ett redskap i det ögonblick som den plockades upp för att användas som ett huggverktyg, i det ögonblicket tilldelades stenen en ny egenskap grundat på en ny insikt - en ny kunskap. Kunskapen uppstod i interaktionen mellan individen och redskapet (Interaktionskarta 1).

3.1.1.2. Betydelsen av kognitiva redskap kodade lingvistiskt för redskapens fortsatta utveckling

Att medvetet öka skärpan hos huggverktyget och att sätta det på ett skaft innebär förädling av kunskapen enligt Vygotskijs vokabulär. (Efter tiotusentals år av existens kunde detta fysiska redskap kompletteras med ett intellektuellt redskap när bland annat Newton konstruerade begrepp som stämde med erfarenhetskunskaperna och förklarade varför dessa förädlingssteg förbättrade funktionen hos huggverktyget). Det finns även moderna exempel på att praktiken genererar ett användbart fysiskt redskap vilket långt senare kompletteras med ett intellektuellt redskap, när väl den samlade kunskapen nått så långt att den bakomliggande teorin kan formuleras. När de fysiska redskapen kompletterats med en teori, ett kognitivt redskap, inträder oftast en tid under vilken redskapet genomgår en period av accelererad utveckling jämfört med den tidigare erfarenhetsbaserade utvecklingen.

Berzelius fann bland annat att ett antal kemiska reaktioner var för sig visade upp konstanta massförhållanden mellan reaktanterna (Asimov, 1965). På denna upptäckt konstruerade han ett system som utgick ifrån 1 gram väte (och ett alternativ som utgick ifrån 100 gram syre) för att ange reaktionsekvivalenta massor för de övriga grundämnena. Under samma epok enades man om att det finns en minsta grundsten för materia som man benämnde atom (Dalton presenterade sin atomteori 1809). Det var först när de kognitiva kunskaperna kommit ifatt som man kunde påvisa att dessa ”jämförelsemassor” representerade samma antal atomer. Mendelejev konstruerade 1869 det periodiska systemet som sammanfattade de kända grundämnena efter egenskaper. Detta redskap underlättade arbetet för kemisterna långt innan man var varse att det periodiska systemets märkliga utseende också illustrerade hur elektronkonfigurationen fylls på av elektroner i olika orbitaler, från det lättaste grundämnet till det tyngsta.

Liedman (2001) skriver i en sammanställning av studier om språkets och verktygens tillkomst att verktygen och planeringsförmåga fanns före språket. Att språket tillkom för att stärka de

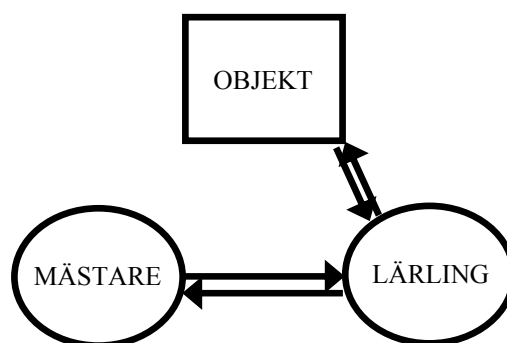
sociala banden mellan individerna när gruppen växte, de icke-verbala umgängesformerna skulle med denna förklaring inte klara av att säkra en individs status i större grupper. När språket väl fanns att tillgå, skriver Liedman, kunde detta även användas för att diskutera och föra vidare kunskap om verktygen. Man kan anta att så länge orden saknades, hämmades utvecklingen via trädning av att ju mer förädlad ett redskap blev desto svårare blev det att visa upp all inbyggd kunskap. Det blev dessutom alltmer problematiskt för mottagaren att uppfatta redskapets hela värde. Nya kreativa idéer kring ett redan existerande redskap kunde inte, med något större utbyte, kommuniceras med andra gruppmedlemmar.

3.1.1.3. Kunskapens generationsvandring i gruppen

Sannolikt gynnades den grupp (familj, stam) som utvecklade högst effektivitet i trädningen jämfört med andra grupper. Man kan anta att mimik, tecken och läten som gavs speciella betydelser var viktiga konkurrensverktyg. Dessa informationsöverförande metoder var mer begränsade i vad som kunde kommuniceras, men enligt Säljö (2005) är de lika intellektuellt krävande som den språkligt baserade kommunikationen. Både ”sändare” och ”mottagare” var tvungna att ha god kännedom om kodningen för att meddelandet skulle gå fram. När lätena som kodade verkligheten så småningom formade ord, kunde kommunikationen mellan individer höjas kvalitativt till att innefatta skvaller och diskussioner om förbättringar av villkoren i livssituationen och till diskussioner om tolkningar av världen. Därmed ökade behovet av ord för abstrakta fenomen vilket bör ha varit en drivkraft i det språkliga verktygets utveckling. Donald beskriver samma sak som att den mimetiska kommunikationen hade kvalitativa fördelar som språket saknar, men att när andra orsaker drev på språkets utveckling öppnade denna nya teknik dörren för nya användningsområden. Den mimetiska metoden saknade möjligheten att kommunicera mentala modeller men med språket blev det möjligt för individen att förklara sin existens och andra fenomen hon blev medveten om. Donald hävdar att den mimetiska kommunikationen fortsatt dominerar medvetandet tillsammans med den verbala kommunikationen hos den moderna människan, vilket också Säljö (2005) anser.

3.1.2. Informationsöverföring efter språkets tillkomst

Språkets tillkomst möjliggjorde informationsöverföring utan närvaro av objektet. Med ord beskrev den kunskapsbärande personen sin kunskap för lärlingen. Lärlingen kunde fråga om det som han/hon inte förstod eller fråga sig fram till objektets användningsgränser och få svar på många av sina frågor från kunskapsbäraren. Det handlade om tvåvägskommunikation mellan kunskapsbäraren och lärlingen, i kombination med tvåvägskommunikation med objektet i den kommande praktiken.



Interaktionskarta 2. Kommuniserandet efter språkets tillkomst

Från att individen varit hänvisad till att endast kunna reflektera intra-mentalt om mer eller mindre slumpvisa intryck, personliga mentala symboler och traderande situationer anordnade av andra individer i lärande syfte, gav språket nu tillgång till inter-mentala tolkningar av erfarenheter (Säljö, 2005). Språket hade nått nivån av ett medierande verktyg. Samtalets betydelse för kunskapsutvecklingen motsvarar hjulets betydelse för den tekniska utvecklingen. I en diskussion bidrar deltagarna med att (var och en) försöka tillföra all relevant kunskap som behövs för att man med gemensam tankebearbetning ska komma fram till en konsensus om ett mycket komplext problem. Det är tänkbart att en individ ensam skulle kunna besitta lika stora kunskaper som gruppen, mindre troligt dock att individen i inre samtal lyckas med att se ”problemet” från tillräckligt många perspektiv. Antag, att individen lyckas nå samma resultat som diskussionsgruppen, sannolikt kräver det betydligt längre tid och ett utmattande tankearbete.

Säljö (2005) skriver ”Vygotskijns idé är att språket först fungerar som en resurs för att kommunicera med andra människor, och därefter som en resurs för att tänka”. (s.41) Citatet skulle kunna ha varit en beskrivning av den ursprungliga verbala kommunikationens utveckling men Vygotskij syftade på att kunskapen kodas i ord för att kunna kommuniceras med andra. Men samtidigt byggs kunskap in i orden som då blir både kunskapsförmedlare och mentala verktyg för användarna. Konsekvensen, enligt Säljö, blir att trots snarlik hjärna kan vi med de språkliga redskapens hjälp använda våra högre mentala förmågor mer effektivt än våra förfäder. Skapandet av nya begreppstermer sker i syfte att med språkets hjälp uttrycka den förståelse man uppnått av ett fenomen med högre precision och därmed byggs ytterligare

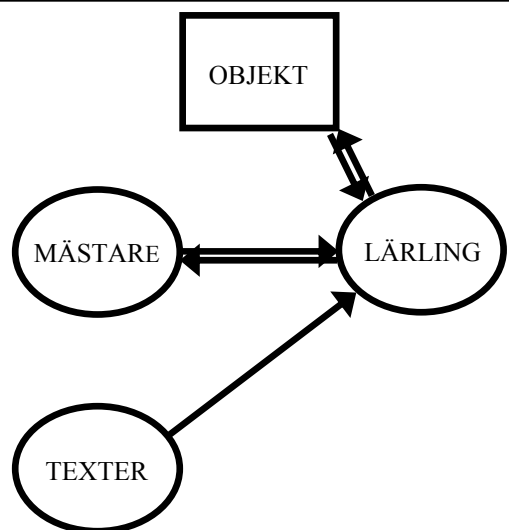
kunskap in i språket. Eftersom det inte alltid är lätt att översätta sina tankar till ord bör denna process uppta delar av individens kognitiva kapacitet. Om antagandet är korrekt så blir slutresultatet ändå positivt eftersom orden i utbyte ger ett kognitivt verktyg vars styrka kan avläsas i den totala förändring av människans villkor som har ägt rum efter språkets tillkomst.

3.1.2.1. Progression och dimensionalitet

Kunskapsprogressionen runt ett fenomen är ständigt pågående och inte utan riktningssändringar med följd att tidigare skarpa begreppstermer plötsligt tappas betydelse, ett exempel från kemin på riktningförändring är flogistonbegreppet som helt tappade sin status när det ersattes med redoxbegreppet. Ett nytt begrepp har potential att föra både yttre och inre samtal närmare ny förståelse, att förädla kunskapen ytterligare. Vi föds in i en omfattande kunskapskultur i vilken kommunikationen hela tiden sprider information från den omfattande kunskapsbas som mänskligheten samlat på sig om världen (Säljö, 2005). När två förfäder i jägarsamhället kommunicerade var den inbyggda kunskapen i orden begränsad. Mycket av den samlade kunskapen ingick i de dagliga sysslorna och var till stor del av praktisk natur. Övrig kunskap var till stor del försök att förklara världen och livet. Dessa samlades i sagor och gudsbegrepp som i sina beskrivningar utgick från det dagliga livet. Donalds kallar epoken den mytiska. Under årtusenden fram till idag utvecklades kunskapen snabbt tack vare språkets allsidiga styrka som medierande verktyg (Säljö, 2000). I ett geografiskt område som saknade elefanter eller avbildningar av desamma var det inte förrän ordet elefant ingick i språket som en individs nyfikenhet för elefanter kunde väckas. Ett fysiskt redskap, ett verktyg, är en externalisering av mänskligt tänkande, en form av kunskapskonservering. Sagor, gudaläror, regler, lagar etc. lärdes utantill av de unga, kunskapskonservering i form av muntlig tradition skriver Säljö. I en sån tradition var det svårt att hålla t.ex. lagarna intakta, allt som baseras på individers minne har en potentiell ”flexibilitet”.

3.1.3. Informationsöverföring efter skriftspråkets tillkomst

Då hjälp av texter tillkom kunde dessa i en envägs-kommunikation tala till lärlingen som erhöll information om objektet utan varken kunskapsbärarens eller objektets närvaro. Texten hade den uppenbara nackdelen att lärlingen inte kunde få svar på andra frågor än de som förklarades i texten, däremot kunde lärlingen få svar på sina frågor i interaktion med objektet.



Interaktionskarta 3. Kommunikerandet efter språkets och textens tillkomst

Ett viktigt steg i utvecklingen av medierande verktyg var skriftspråket, en inskriptionsteknik (Wenger, 1998). Inskription, externaliserat minne, hade innan dess använts i form av bilder och figurer men dessa gav endast mening för den närmaste kretsen. Skriften kan dels konservera ett uttalande såsom det uttrycktes vid ett tillfälle, dels kan den spridas till många fler genom kopiering. Skriften utvecklades ursprungligen för dokumentation av samhällsliga aktiviteter (Säljö, 2005). Övrig användning tillkom genom den förädlingsprocess som uppstår när användarna upptäcker nya funktioner hos redskap (kan jämföras med datorns utveckling från räknemaskin till ett multifunktionellt redskap som interagerar med huvuddelen av individens och samhällets alla dagliga verksamheter). Tack vare olika inskriptionstekniker och deras spridning av information i alla riktningar kan kreativt skapande från olika tidsperioder och från olika geografiska områden samverka till nya fantasier, som förmodligen skulle vara otänkbara utan dessa verbala redskap. Fantasierna uppstår numera mer eller mindre i kontakt med externaliserade minnessystem (EMS) (Donald, 1991) som i och med elektroniska kommunikationssystem alltmer får karaktären av globaliserade EMS.

3.1.3.1. Bearbetning av verklighetsbeskrivningar

Individen erhåller ofta nya kunskaper genom bearbetning av det han/hon uppfattar av verklighetsbeskrivningar i samtal med andra eller i interaktion med någon form av inskription. Den nya informationen samverkar med individens tidigare i sammanhanget relevanta kunskaper. Bearbetning av erfarenheter genom kategoriserande, jämförande, kombinerande, förkastande m.m. kan skapa jämvikt, alltså en känsla av förståelse samt ny perspektivering

av världen. För att världen ska bli meningsfull krävs mediering både i form av fysiska och/eller intellektuella redskap. Kunskapen kräver en episodisk referens med innehåll, form och kronologi - i avsaknad av struktur, bild eller ordningsföljd blir kunskapen inte användbar. Informationen inkluderar oftast en beskrivning/bild av objektet eller en liknelse till annat känt objekt. I avsaknad måste individen själv skapa en bild som förmodligen kommer från associationer som visar sig under bearbetningen av materialet, det handlar om bildtänkande (imagery).

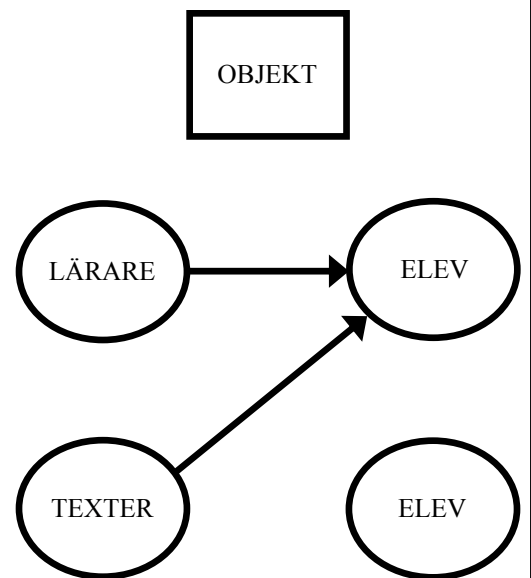
3.1.3.2. Från interaktion MED objekten till kommunikation OM desamma.

I de ovanstående exemplen var målet för lärlingen att använda redskapet i sitt kommande arbete, således fanns det motivation för lärandet och målet för kunskapen, redskapet, fanns att tillgå. Kunskapen medierades med ett givet mål i direkt interaktion med redskapen. Under huvuddelen av mänsklighetens historia har användningen av kunskapen om/i den 3-dimensionella verkligheten utgjort drivfjädern för lärandet och förståelsen (Säljö, 2005). Denna primära socialisation, lärlingssystemet, kompletterades i och med införandet av skolor av sekundär socialisation vilken så småningom alltmer dominerade undervisningssituationen. Under en tidsrymd av drygt två sekel, skriver Säljö, har samhället arbetat för att socialisera invånarna in i en textmedierad miljö. I perspektivet av människans långa väg till nutiden kan ett par sekler rimligtvis inte ha hunnit minska det mentala arbetets behov av interaktion med verkligheten, ”att tänka med kroppen”.

3.1.4. Informationsöverföring tiden efter utbildningens tillkomst – den sekundära socialisationen

Historiskt sett utvecklades organiserad undervisning långt innan böcker massproducerades (Säljö, 2000). Föreläsningar på de första universiteten organiserades så att studenterna reste till dessa institutioner och samlades runt den enda boken och föreläsaren läste högt ur denna.

När skolundervisningen ursprungligen skapades användes universitetens modell, antagligen ansedd som beprövad. Den passade även de begränsade ekonomiska resurserna. Undervisningen dominerades då liksom nu av användandet av sekundära redskap, läraren och böckerna talade till eleverna. Även om läraren velat eftersträva tvåvägskommunikation omöjliggjordes detta då tiden för var elev att uttrycka sig var begränsad. Samtal mellan eleverna ansågs dessutom bara ta tid från läraren. Man ansåg att föreläsningen överförde kunskap och förståelse till eleverna till skillnad från laborationer (interaktion med objekt) som endast förbättrade de praktiska färdigheterna, om de överhuvudtaget användes. (Säljö, 2005)



Interaktionskarta 4. Kommuniserandet i undervisningen vid skolans tillkomst

3.1.4.1. Att återskapa innehållet ur en mening

Undervisningen i samhällets regi är mestadels en dimensionsreducerad miljö. Huvuddelen av undervisningen bygger enbart på verbala formuleringar vilka saknar mening och dimension ända tills mottagaren genom tillägnandeprocessen lyckas återskapa innehållet. Tillägnandet (approprieringen) av meningen innehåller flera steg; att tolka ut orden ur meningen, att förstå vad orden tillsammans uttrycker för att så småningom försöka förstå vad denna information säger om världen. Alltså, att ur en sekvens av ord återskapa ett objekt eller fenomen som återfinns i den 3-dimensionella världen. Interagerande i diskussioner och användning av lämpliga redskap bidrar till att skapa förståelse.

3.1.4.2. Förståelsearbete i "språkspel"

Lärande i ett sociokulturellt perspektiv (Säljö, 2005) sker till största delen genom deltagande i aktiviteter i det dagliga livet. Användandet av fysiska och diskursiva redskap utövar meningserbjudanden på deltagaren. När man försöker förstå intrycken i den upplevda informationen resonerar man med sig själv. I diskussion med andra om detsamma finns förutsättningar att vidareutveckla sitt inre samtal. Samtalet underlättar också agerandet i en ny situation såsom laborerandet gör för nybörjarstudenterna. När man hör kamratens verbala bifall vågar man utföra nästa praktiska insats. Genomförandet blir alltså utsaga-bifall-insats

(ubi) precis som i liknande situationer i vardagslivet. Denna ubi strategi är vanlig i situationer där man upplever att man kan misslyckas. Strukturen i diskussioner av detta slag har beskrivits i detalj av Wickman och Östman (2002) och Wickman (2003) vilka använder Wittgensteins benämning språkspel för denna process. Diskussionen har ett visst syfte och startar från det som ”står fast” i en given situation. När någon gör ett uttalande ”står detta fast” om det accepteras utan kommentar. Ett ”möte” är en observation, ett uttalande eller ett agerande. När ett frågetecken uppstår i ett ”möte” är detta ett ”gap”. Ett ”gap” kräver fler ”möten” som kan bidra till att etablera en eller flera relationer från ”står fast” till uttalandet så att det också ”står fast”, därefter kan samtalet fortskrida meningsfullt igen. Övningar och grupparbeten ger möjligheter för elever att kommunikativt bearbeta de undervisade kurstexterna. Språkspel är en verbal process vars syfte är att förhandla om hur förståelsediskussionen ska gå vidare, medan ubi handlar om att förhandla om hur arbetsproceduren ska gå vidare. Texterna, de sekundära redskapen, styr vad som kommuniceras, men det är den kommunikativa praktiken som utvecklas runt texterna och som underlättar tillägnet av dessa (Säljö, 2000). För att tillgodogöra sig kommunikationen är det viktigt att medieringen till en verklighet blir meningsfull. Innehållet i en text är en fixerad, reifierad och en meningsskapande inskription av den rådande teorin kring ett fenomen (Kress, 2003). Den lärande individen gör en situerad tolkning av texten i ett inre samtal och med de yttre samtalen tillsammans med andra erbjuds tolkningar med ytterligare perspektiv.

3.1.4.3. Förståelsearbete i ”språkspel” inom en ZOPED

Vygotskij (Säljö, 2000) angav begreppet ZOPED, Zone of Proximal Development. Zonen definierades som en kunskapsnivå inom en del av ett ämnesområde, över den nivån som den lärande redan behärskar, men fortfarande inom en nivå inom vilken den lärande har obearbetade kunskaper. Vygotskij framhåller att man uppnår en ZOPED när den lärande får arbeta aktivt i syfte att förstå ett material övervakat av en person som redan behärskar materialet, en lärare eller en kamrat. I kraft av sin kunskap kan den ”kunnige” lyssna av att den lärande arbetar i riktning som kan bidra till förståelse och med befogenhet att genom frågor och tips, styra den lärandes tankegångar på rätt spår igen vid behov. En snarlik situation har uppnåtts när den undervisande får kommentaren från sina elever: *Jag förstod det när du gick igenom det, men inte när jag kom hem.* Eleven hade tillräckligt med kunskaper (verbal information eller erfarenheter) om det material som behandlades för att under lärarens guidning kunna förstå materialet. Skillnaden från ZOPED är att den kunnige är den aktiva parten som strukturerar upp de kunskaper som de lärande besitter. Metoden kallas scaffolding

eller kommunikativt stöd. Elevkommentaren visar att förståelsen fanns där när den lärande lånade kognitiv kompetens av läraren under genomgången och förståelseupplevelsen kan förväntas återerövas med upprepad övning av liknande slag. Säljö (2000) framhåller att det handlar om språk, agerande och tänkande inom en ovan social praktik som den lärande ska förstå, och för att guidningen ska nå fram krävs formuleringar eller icke-verbal kommunikation anpassad till den lärande.

Forskning med inriktningen effektivt lärande har funnit att undervisning i vilken studenterna får många tillfällen att formulera sina kunskaper i tal och skrift, bidrar till effektivt lärande (Sawyer, 2006), vilket kan anses vara en följd av språkets inbyggda kunskap. När man tillägnar sig språket genom aktiv användning fördjupas förståelsen av dess inbyggda kunskap samtidigt som formuleringen förtydligar tankens innehåll genom begreppsordens sammanfattande karaktär (chunking). *Jag förstod det när du gick igenom det, men inte när jag kom hem* syftar på att förstå en annan persons formuleringar. Följande exempel tolkas som ett exempel på ZOPED, den lärande är den som formulerar sig.

3.1.4.4. Förståelse genom att formulera sig

En vanlig erfarenhet bland undervisare i matematiskt baserade kurser och inom vissa kemiska kurser är när elever eller studenter, som arbetar med att lösa ämnesinriktade uppgifter, frågar efter hjälp efter det att de anser sig ha prövat alla vägar att finna det sökta svaret. Direkt efter att de har uttalat sin fråga inser de själva hur de ska finna svaret. Formuleringen är det som skiljer i situationen före när de inte fann svaret och efter när de hade ställt frågan. För att formulera sig begripligt till den som kan ge hjälp, var de tvungna att organisera om fakta så att dessa passade in i språket. När de sedan avlyssnade sin egen formulering såg de lösningen i en plötslig insikt. Exemplet kan tolkas som att vid skapandet av den verbala formuleringen utgår den lärande från sina egna mentala modeller när fakta byggs in - alltså språket följer den lärandes logiska tänkande och blir därmed "lätt begripligt". Samtidigt styrs formuleringen av hänsynen till mottagaren; vederbörande måste kunna förstå, alltså formuleringen innehåller situerade hänsynstaganden, formuleringen ska uttryckas till en person i en situation som ingår i en naturvetenskaplig miljö. Formuleringen byggs upp ungefär som en stenbro; ägaren av problemet bygger upp båda brofästena, både på sin sida och på lyssnarens sida. Om den direkta insikten uppstår upptäcker den lärande brons defekter själv, om den direkta insikten uteblir kan läraren se vad som fattas i den lärandes brobygge och tipsa om var konstruktionen

behöver korrigeras. Med perspektivet brobygge och språkspel borde ZOPED kunna tillskrivas diskussioner utan övervakning av en lärare.

Exemplet visade att insikt kan nås genom att den som äger problemet formulerar sig med avsikten att den lyssnande ska förstå. I princip är det grunden för begreppet bollplank, den som sänder iväg meddelandet får tillbaka det något förändrat, efter studsens mot det passiva ”planket”. Alltså, något händer förståelsemässigt enbart genom att ägaren till problemet har en lyssnare. I ZOPED ingår att kunskapen som diskuteras är på en nivå som de lärande ska kunna förstå med scaffolding. Kursdeltagare som diskuterar sitter inne med lika och ändå olika kunskaper och lika och ändå olika perspektiv så att sannolikt finns förståelsen inom gruppen och med diskussionens hjälp kan kunskaperna bli gemensamma för gruppen och därefter gripbar för dess medlemmar. På svenska uttrycker vi oss ofta att diskussionen förmedlar kunskap, motsvarande engelska uttryck ligger närmare det sociokulturella perspektivet av en diskussion, ”sharing knowledge”. Farorna att diskussionerna ska leda i fel riktning bör dels bestå i att deltagarna inte är informerade om teorierna och dels i synnerhet att de saknar erfarenheter som styr vad som är rimligt i diskussionen. För att diskussionen med stor sannolikhet ska leda i rätt riktning bör de lärande ha presenterats de vetenskapliga teorierna samt, ej att förglömma, erbjudits möjligheter att upparbeta relevanta erfarenheter d.v.s. viktiga förutsättningar för en ZOPED.

3.1.4.5. Att diskutera det som beskrivits jämfört med det som erfarits

Laborationen innehåller fysiska redskap och har utvecklats med syftet att i interaktionen visa upp fenomen som knyter an till den kunskap som erbjuds i undervisningen. Säljö (2005) skriver om texter som sekventiella informationsförmedlare och om bilder som direktförmedlare (seendet hämtar in informationen efter egen ordning och ofta simultant). En grov liknelse är åtkomsten av informationen på ett videoband jämfört (sekventiellt) med på en DVD skiva (simultant). Hanterandet av redskap ger episodiska upplevelser som kan interagera med presenterad teori. En gemensam erfarenhet från ett försök möjliggör sinnlig information som har nära överensstämmelse mellan observatörerna. Övningar och grupparbeten kan i princip ge samma information via språket. Texterna medierar objekten i form av beskrivningar av begrepp, fenomen och processer. I frånvaro av primär interaktion med fenomenen ställer sannolikt dessa alternativ stora krav på studenterna när det gäller att nå förståelse. Antingen kompenseras bristen på primär interaktion hos individen av näraliggande erfarenheter av fenomenet eller med en verbal beskrivning av fenomenet. I båda fallen ökar

sannolikt spridningen i de olika individernas tolkning av uppgiftens kärna. Skillnaderna i tolkningen sprider då även de olika individernas fokus på vad som diskuteras vilket gör diskussionen potentiellt mindre framgångsrik. I en framgångsrik diskussion bidrar deltagarna med sina olika perspektiv men med samma fokus. De laborativa momenten i naturvetenskapen bidrar vanligtvis till spontan kommunikativ bearbetning av innehållet i texterna (Sotto, 1994). Deltagarna bör med sina snarlika observationer sannolikt hålla mycket samstämmiga fokus i diskussionerna. I tillägnandet av de fysiska och intellektuella redskapen ökar känslan för skillnaderna mellan olika begreppstermer och samtidigt ökar den topologiska kunskapen beträffande relationer och kopplingar mellan olika begrepp.

I avsaknad av att utbildningen erbjuder relevanta upplevelser, föreligger risken att en deltagare associerar och inför en vardagshändelse i diskussionen, som en relevant närliggande erfarenhet. Införandet av denna erfarenhet kan medföra att han/hon också för in alternativa vardagstolkningar i diskussionen (Gunstone & Champagne, 1990) vilka delas av andra deltagare varvid tolkningen av teoribeskrivningen kan försvåras. I ett arbete analyserar Bodner (2001) ett motsägande tillfälle (discrepant event), individen upplever en händelse som inte överensstämmer med de personliga erfarenheterna; att individen kan ifrågasätta presenterad teori grundad på alternativ förförståelse av vardagstolkningar men att ett motsägande tillfälle försvårar ifrågasättandet.

3.1.4.6. Att diskutera en föreställning jämfört med det som erfarits

Givet att kemi handlar om den materiella världen så anser Millar (2004) att laborationen har sin självklara plats i kemiundervisningen. Han baserar sin åsikt på och refererar till att Piaget menade att när den lärande manipulerar objekt i verkligheten, med de rådande vetenskapliga idéerna i medvetandet, föreligger en gynnsam situation att skapa förståelse av teorin. Erfarenheten av verkligheten i kombination med diskussioner med labbkamrater är en än bättre miljö för att nå förståelse (Millar). Man prövar sin uppfattning gentemot andras. Antingen leder det till att man, med eller utan argumentation, ändrar sin uppfattning eller att den istället förstärks.

För en del studenter är interaktionen mellan teori och objekt huvudsakligen oproblematiserad. Piaget formulerade att på väg mot en intellektuell mognad genomgår barnet fyra utvecklingsstadier i given ordning baserat på barnets ålder. I den här studien är det aspekter av de två senare stadierna som kan vara av intresse, det konkret-operationella och det formellt-

operationella. Egenskapen att i det konkret-operationella stadiet har individen svårt att koppla den diskursiva beskrivningen till det refererade objektet och tvärtom har använts i studien. Den medierande texten och lektionen beskriver ett 3-dimensionellt objekt, men språket i sig är utan mening och därmed också dimensionslöst tills den lärande genom tillägnandet givit det en mening. Elevens tänkande genomgår en intellektuell process i vilken informationen omformas från att sakna dimension till att syfta på ett objekt som ingår i en 3-dimensionell värld. I interaktion mellan den verbala representationen och objektet, eller en annan 3-dimensionell representation, underlättas de intellektuella passagerna mellan dimensionaliteterna då både verbalt (dimensionslös representation) och fysiskt (3-dimensionell representation) redskap är närvarande samtidigt. I det formellt-operationella stadiet har individen färdigheten att problemfritt kunna växla mellan dimensionaliteterna i frånvaro av en 3-dimensionell representation.

Piaget ansåg att det intressanta var objektet medan det sociokulturella perspektivet pekar på att det är aktiviteten/situationen som objektet ingår i som samverkar med språket. Om aktiviteten som hör ihop med den medierande texten ingår i individens erfarenhetsområde, inom ett intresse och i ett intresseväckande sammanhang, är chansen större att individen med lätthet kan bearbeta informationen med hög grad av abstraktion men utan behov av att genomföra aktiviteten. Intresse, erfarenhet och känslor verkar vara viktigare faktorer som avgör hanterandet av abstraktioner för individen mer än åldern. Motsatsen gäller också ointresse, negativa känslor och avsaknad av relevanta erfarenheter eller brister i användandet av språket. Det motiverar att individen behöver aktiviteten för att i en konkret-operationell process underlätta kommande övergång till formellt-operationellt handlande..

Säljö (2005) ger exempel där barn får tänka med och utan fysiska redskap (ett exempel med jordglob och ett med papper och penna). Med användning av redskapet får barnet stöd att kommunicera sitt inre samtal med omgivningen. Användandet av redskapet underlättar barnets tankearbete då det dels organiserar och dels avlastar arbetsminnet, redskapets inbyggda kunskap kan synliggöras både för barnet självt och för övriga involverade i samtalet. Vidare blir det ett medierande verktyg i samtalet och sannolikt kommer barnet senare att återkalla situationer när han/hon tittat på jordgloben och kan då använda den återerindrade jordgloben. Detsamma gäller resonemangen kring figurer han/hon tidigare gjort med papper och penna - genom återerinring av figurerna kan dessa i liknande problem förväntas tjäna som en strukturerande resurs som hjälper inre samtal till korrekta slutsatser.

Lärandet handlar om socialisation som efter tillägnandet koordinerar de intellektuella och fysiska (närvarande eller erinrade) redskapen i tänkandet.

3.1.4.7. Konkret/Abstrakt tänkande är beroende av erfarenhetsbakgrunden

Övergången till formellt-operationellt tänkande är alltså avhängigt om kunskapsområdet kan anses ha ett värde senare i livet (oftast gynnas nuet av individen enligt Dewey (1916)), om det är intressant nu, om man har tidigare erfarenheter av användandet av det fysiska redskapet och om det diskursiva redskapet ger användaren någon mening. Eftersom övergången inte är enbart åldersberoende utan också intresseberoende handlar det inte om att en individs mentala strategi övergår till operationellt tänkande på grund av personlig mognad, det handlar möjligen om att nå lokal mognad inom ett intresseområde. Bodner (2003) hävdar att duktiga problemlösare inom sin egen kunskapsdomän läser problemet för att därefter gå direkt till utförandefasen. Problem utanför den egna kunskapsdomänen däremot innebär att läsandet av problemet kombineras med konstruktionen av en figur som används för att omvandla texten till något observerbart att interagera med. Personer inom den akademiska världen är alltså abstrakta tänkare inom sin kunskapsdomän, men konkreta tänkare inom en obekant kunskapsdomän. ”... *everyone reverts to concrete operational or pre-operational thought whenever they encounter a new area.*” (Herron, citerad av Bailey & Garratt, 2002). Inom den egna kunskapsdomänen är det problemfritt att översätta den verbala informationen till den 3-dimensionella verkligheten, inom en obekant domän saknas erforderliga erfarenheter alternativt är associationsarbetet för att finna rätt erfarenheter problematiskt. Den strategiska vinsten i att den framgångsrika problemlösaren försöker representera problemet i en figur skulle dels kunna vara att minneskapacitet i arbetsminnet frigörs dels att den sekventiella texten omvandlas till en 2-dimensionell struktur där ord och 2-dimensionella representationer (figurer, grafer ...) presenterar sig samtidigt. Ju större andel ord som konverterats till 2-dimensionella representationer desto större framgång har problemlösaren att förstå den 3-dimensionella verkligheten (Bodner och Domin, 2000).

3.1.4.8. Laborationen utvecklar abstrakt tänkande inom kunskapsdomänen

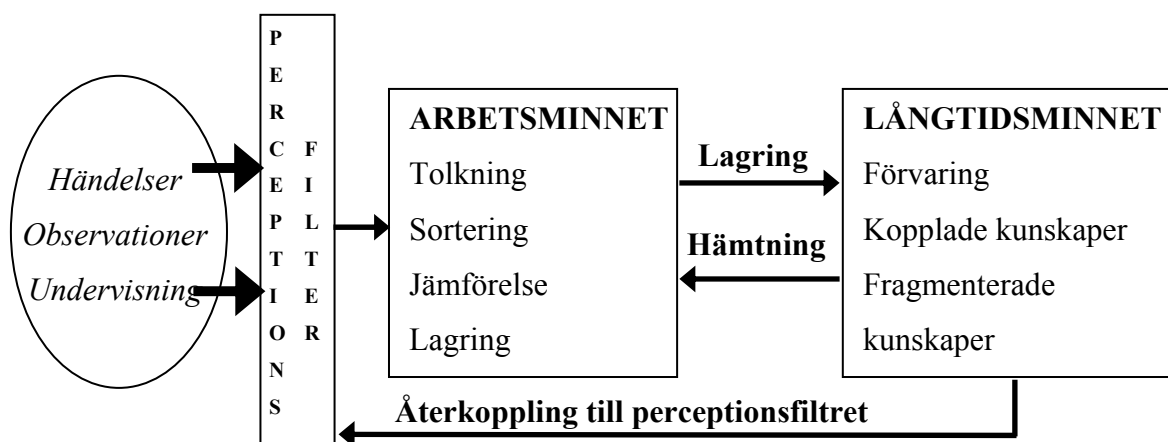
Laborativa moment är aktiviteter där primära redskap (bägare, pipetter, byretter, kemikalier etc.) används. Det sekundära redskapet, laborationsinstruktionen, guidar studenterna genom laborationen och instruktionerna upplevs av ett flertal nybörjarstudenter ofta som svårförståeliga. Instruktionen beskriver hur de fysiska redskapen är tänkta att användas, det

vill säga hur interaktionen med redskapen ska se ut för att avsedda fenomen ska kunna studeras. När studenterna på grund av misslyckande upprepar ett försök eller när de ser tillbaka på instruktionen efteråt upplevs den ofta som okomplicerad. Ur ett sociokulturellt perspektiv verkar detta ingå i övergången till formellt-operationellt tänkande, studenten har uppfattat ett sätt att samverka med redskapen och den första relationen till redskapet har uppstått. Ett situerat minne av aktiviteten med redskapet har avsatt sig i minnet och därmed har tillägnandet av redskapet inletts. Instruktionen är en språklig beskrivning som saknar mening och dimension innan den förstås av studenten. Oavsett resultatet i försöket så har användandet av instruktionen genererat en erfarenhet i den 3-dimensionella världen som är kopplad till instruktionen. Vid upprepningen samverkar det situerade minnet med den verbala instruktionen som för studenten nu beskriver agerande i en sann 3-dimensionell värld.

3.2. Hur kan undervisningen underlätta förståelsen av de vetenskapliga teorierna?

Ur ett sociokulturellt perspektiv kan man inte beskriva vad som sker i hjärnan på en person, men det underlättar diskussionen att använda arbetsmodeller i vilka olika mentala funktioner delas upp, precis på samma sätt som när man talar om språkliga och fysiska redskap i tankearbetet och samtidigt säger att det inte handlar om en dualism.

3.2.1. Arbetsminnets begränsande kapacitet



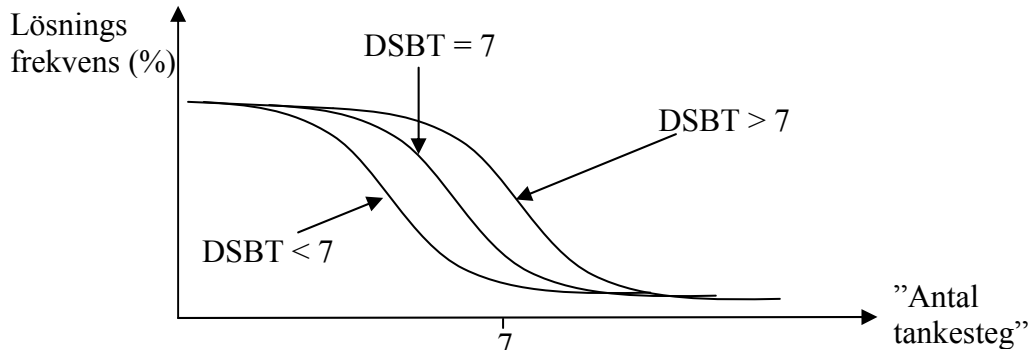
Figur 2. En modell för lärande (Johnstone, 1997)

En modell för lärande (Figur 2), ursprungligen utvecklad av Atkinson och Shiffrin (1968), kompletterad med ett perceptionsfilter av Johnstone (1997) bygger på att vi filtrerar den ström av intryck vi utsätts för när vi tar del av världen för att undvika ”information overload”. Filtreringen reducerar intrycken till en hanterbar informationsmängd, en förutsättning för att kunna tolka intrycken. Från barndomen fram till nuet bär vi med oss en uppsättning av förvärvade erfarenheter och kunskaper (långtidsminnet) som utgör det filter vi använder i filtreringsprocessen. Filtret ska urskilja användbar information ur en flod av intryck som i sammanhanget saknar värde i övrigt. Acceptet utgörs av de perceptuella intryck som på något sätt kopplar till personens kunskaper, det kan upplevas som en utveckling av förståelsen, som en felaktighet, som ett ogillande eller en annan relation till de tidigare erfarenheterna. Enligt modellen överförs acceptet till arbetsminnet där det förvaras medan det bearbetas av medvetandet. Under bearbetningen matas arbetsminnet med nytt filtrat. Miller (1956) visade att arbetsminnet kan arbeta med 5 till 9 enheter (summan av minnesenheter och analysenheter).

Arbetsminnet med sin begränsade kapacitet både lagrar och bearbetar vilket ger logistiska problem. Beroende på den begränsade kapaciteten samt på varje enskilt accepts individuella status stöts delar av innehållet kontinuerligt ut. Om det är för mycket som behöver lagras i arbetsminnet blir bearbetningsnivån lidande, om behovet av bearbetning är stort finns inget utrymme för lagring av inkommande information. De logistiska problemen stöder den vanliga förkommande rekommendationen att man ska skriva ned så mycket som möjligt av

fakta för att skapa utrymme för det problemlösande arbetet. Eller med sociokulturell formulering: genom att externalisera delar av sitt inre samtal i inskriptioner kan dessa samverka som en strukturerande resurs med individen.

Medvetandet bearbetar innehållet i ett ständigt förändrat arbetsminne i interaktion med långtidsminnet för att göra det inmatade begripligt. I denna process förs information, som kategoriserats användbar, vidare till långtidsminnet. Det ständigt förändrade arbetsminnet kan ha betydelse för vilket resultat som kommer ut ur arbetsminnet. Kemiuppgifter (Johnstone, 2006) handlar inte enbart om att återge vad som är lagrat i minnet utan dessutom ingår komplexa operationer. Johnstone's grupp upprepade därför Millers försök men med tillägg såsom att återge siffror i motsatt ordning eller att återge dem i fallande storlek (Digit Span Backwards Test, DSBT). Man fick liknande utfall som Miller men antalet memorerade siffror sjönk med två enheter. Vid granskning av samma studenters resultat i en undersökning bestående av kemiuppgifter, erhöll man grafer (lösningfrekvensen som funktion av uppgiftens komplexitet, se Figur 3) utseendemässigt snarlika kemisternas titrerkurvor istället för ett förväntat linjärt fallande resultat med ökande svårighetsgrad. Varje grupp av studenter med samma DSBT värde fick sin egen graf (Johnstone & El Banna, 1986, s.31-32).



Figur 3. Lösningfrekvensen som funktion av uppgiftens komplexitet; beroende av problemlösarens arbetsminneskapacitet. (fritt efter Reid,2008, s.53)

Genom granskning värderade en oberoende forskarpanel antalet komplexa steg i uppgifterna för att nå ett godkänt resultat. De enklaste uppgifterna hade alla en hög lösningfrekvens och de mest komplexa hade alla låg lösningfrekvens. I mellanområdet kom ett dramatiskt snabbt fall från hög till låg lösningfrekvens. Utfallet kunde till stora delar förklaras med studenternas resultat vid DSBT-undersökningen. De enklaste uppgifternas komplexitet ställde inte något större krav på utrymme i arbetsminnet. Komplexiteten i uppgifterna vid det stora raset i lösningfrekvens är en tydlig indikation på att arbetsminnet blivit en begränsande faktor. För var kurva var tendensen att raset kom då uppgiftens komplexitet uppnått värdet för

gruppens DSBT. En slutsats var att utfallet var beroende av arbetsminneskapaciteten. Då uppstod frågan (Johnstone, 2006) varför får kemitestet inte ett resultat som faller direkt från lösningsfrekvensen 100% till 0%? De förklaringar som stämmer med avvikelserna kan sammanfattas med termerna brusberoende (field dependence) och chunking. Innan resonemanget fortsätter kan det vara på sin plats att notera att arbetsminnets begränsade kapacitet, brusberoendet och chunkingen har, under senare år, påvisats ha betydelse för förståelsen i de flesta läroämnen, framförallt i matematik (Reid, 2008). Anmärkningsvärt för Miller's och Johnstone's arbeten är att de testar memorering av ord vilket sannolikt inte ger arbetsminnet full rättvisa i naturvetenskapliga sammanhang. Tillägget i DSBT är ett steg i rätt riktning och det bekräftas av den starka relationen till problemlösningen. Tilläggförklaringarna med field dependence och chunking som ökar modellens och utfallets överensstämmelse tolkas som att modellen har fjärmat sig alltmer från det verbala och alltmer närmare sig symbol och bildförklaringar som behandlas senare i föreliggande arbete.

3.2.2. Brusberoende och "chunking" påverkar arbetsminnets prestationer

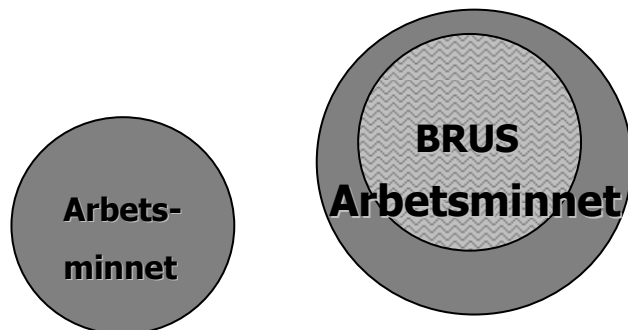
I en undersökning av Witkin (Witkin *et al.*, 1977) infördes begreppet brusberoende (field dependence). Studenter som under bearbetningen av ett ämnesområde inte kan filtrera bort irrelevant information definierades som brusberoende, medan brusoberoende studenter fokuserar enbart på relevant information. Mellan de båda extremerna återfinns hela registret av mer eller mindre brusberoende studenter. Intressant är att metoden att avgöra brusberoendet, Group Embedded Figures Test (GEFT), bygger på att identifiera enkla figurer som gömmer sig i en distraherande bakgrund. Metoden är fortfarande använd för att mäta brusberoende hos individer. Behr och Post (Cramer, Post & Behr, 1989) har utvecklat sin egen modell av GEFT och definierar den som *perceptual distracter problems*. El Banna (Johnstone & El Banna, 1986) fann att när man tog hänsyn till brusberoendet, förklarade modellen hans observation, att vissa studenter presterade sämre på kemiprovet än vad DSBT resultatet indikerade. Resultatet återgavs i en 2-dimensionell matris (Figur 4, nästa sida). Som framgår visas i x-led ökande arbetsminneskapacitet i positiv riktning och i y-led visas minskat brusberoende i positiv riktning (I originalfiguren visades ökat brusberoende i positiv riktning. Mitt val av omkastad "y-skala" ger positiva resultat i grafens positiva riktningar). Den

Obero- ende	Medel resultat		Bra resultat
Med- ium		Medel resultat	
Bero- ende	Svagt resultat		Medel resultat
	Lågt	Medium	Högt
	Arbetsminnets kapacitet		

Figur 4. Resultat relaterade till arbetsminneskapacitet och brusberoende (Johnstone, 2006)

positiva diagonalen uppvisar förväntat resultat, ju bättre förmågor desto bättre resultat. Den negativa diagonalen är intressantare. Studenter med låg arbetsminneskapacitet men med brusberoende (Figur 4) visade likvärdiga prestationer som de med hög arbetsminneskapacitet men med problem att extrahera ut relevant information (Figur 5). Brusberoende innebär alltså att även ett väl tilltaget arbetsminne kan hämmas av att det går in för mycket information.

Modellen används även för studenter som undervisas på ett främmande språk, då ersätts bruset av utrymmeskonsumerande översättningsarbete. Därmed borde även läsförståelse vara en faktor som omfattas av brusberoendet.



Figur 5a. och 5b. Arbetsminnet och bruset (Johnstone 2006)

Kunskaper som ännu inte fått kopplingar till varandra, kunskapsfragment, är utrymmeskrävande vilket begränsar arbetsminnet. När kunskaper relateras till varandra via kopplingar bildar de enligt Miller (1956) en enhet, en chunk (en klump/tugga/block, idag passar väl ordet kluster). Ett flitigt använt exempel på chunking är när läsningsprocessen för en individ har nått nivån på vilken man läser genom att se orden istället för bokstäverna. Ett motsvarande exempel inom kemi är när oxidation – elektronavgivning – oxidationtalsökning – reduktion (den kompletterande reaktionen) – redox (det överordnade namnet för reaktionerna) – korrosion (en vanlig spontan redox) – elektrokemi (en vanlig tillämpning) bildar en enhet där en komponent samtidigt presenterar de andra utan att ta upp mer plats i arbetsminnet. Processen chunking minskar belastningen på arbetsminnet och ökar därmed bearbetningskapaciteten hos detsamma.

El Banna (Johnstone & El Banna, 1986) använde chunking som förklaring då studenter presterade över det förväntade resultatet på kemiprovet, i perspektivet av deras DSBT resultat.

3.2.3. Individen hanterar stora informationsflöden för att nå förståelse

Eftersom varje person har sin egen unika erfarenhetsbakgrund har personen också sitt eget kategoriseringssystem. Följden blir att en person endast kan visa hur hon kopplar ihop kunskapen för att hjälpa en annan individ att hitta ett liknande system, att direkt försöka överföra ett system från en individ till en annan är inte framgångsrikt. Johnstone (1997) framlägger vidare två användbara antaganden:

Människan söker mönster. För att förstå ny information skall denna kunna relateras till den existerande kunskapsstrukturen.

Vi bygger vår egen kunskap från det vi hör och upplever. Lärande är att rekonstruera den information vi tar emot. Rekonstruktionen har en helt personlig struktur, unik byggnad, som speglar personens tolkning av det inhämtade materialet i ljuset av sina tidigare erfarenheter och kunskapsstolkingar.

Dewey (1916) uttryckte antagandet snarlikt: *...ingen tanke, ingen idé, kan överföras som idé från en person till en annan. När man redogör för den, är idén för lyssnaren bara ännu ett givet faktum och inte en idé. Denna förmedling kan stimulera den andra personen till att för egen del inse problemet och att tänka ut något liknande, men den kan också kväva hans intellektuella nyfikenhet och undertrycka hans gryende ansatser. Det han får direkt kan dock inte vara en idé. (s.204)*

Den nya informationen tillförs den lärande på fyra sätt enligt Johnstone (1997):

- *Den nya informationen stämmer väl överens med befintlig kunskap och adderas till den befintliga kunskapen och förståelsen.*
- *Den nya informationen uppfattas felaktigt som överensstämmande med befintlig kunskap och adderas till den befintliga kunskapen och förståelsen vilket kan leda till uppkomsten av en missuppfattning.*
- *Den nya informationen har en inbyggd linjär sekvens som kan vara grundad på i vilken följd undervisningen presenterade den. För att använda kunskapen måste den anropas via sekvensen med början från startpunkten. För att öka användbarheten och snabbheten i kunskapen är det bra om den fortsatta undervisningsprocessen skapar nya dörrar i sekvensen.*

- *Den nya kunskapen ger ingen överensstämmelse med befintlig kunskap och sparas således utan kopplingar. Kunskapen förblir fakta utan mening och lärs i princip in som utantill kunskaper.*

Enligt Ausubel (1968) går ovanstående kategorier från meningsfullhet till mekaniskt lärande. Johnstone menar att en erfaren lärare kan hjälpa studenterna att i efterbearbetning av materialet skapa kopplingar som omformar den nya kunskapen från mekanisk till meningsfull kunskap. Johnstone (1997) har listat tio konsekvenser som han dragit från modellen, hans medarbetare kallar listan *Undervisningens tio bud*:

1. *Vad du lär dig styrs av vad du redan kan och förstår.*
2. *Hur du lär dig styrs av hur du tidigare haft framgång i ditt lärande.*
3. *Om lärandet ska bli meningsfullt måste det kunna kopplas till och samtidigt berika och utöka befintliga kunskaper och färdigheter.*
4. *Omfattningen av materialet som behöver bearbetning begränsas av tidsstämningen.*
5. *Återkoppling och uppmuntran är nödvändig för tryggt lärande och utvärderingar ska vara humana.*
6. *Man ska ha kunskap om lärandestrategier och motivation.*
7. *Studenterna ska befästa sitt lärande genom att undersöka sitt eget lärande.*
8. *Det ska finnas utrymme för problemlösning i sin fulla mening för att öva och stärka kopplingsprocesserna.*
9. *Det ska finnas utrymme att skapa, försvara, testa och ställa upp hypoteser.*
10. *Det ska finnas tillfälle att undervisa för att förbättra sin egen förståelse.*

Johnstone's perceptionsmodell visar att arbetsminnet har stor betydelse för en persons lärande. I en treårsstudie fann Johnstone och hans medarbetare att en normal 50 minuters föreläsning i genomsnitt utgjordes av 5000 ord, av dessa hann studenterna anteckna ca 10-20%. Studenter med svagt studieresultat visade i studien upp ofullständiga och felaktiga anteckningar, och de som hade bra resultat visade från samma föreläsningar tvärtom upp korrekta, fullständiga och dessutom renskrivna och utökade anteckningar. När man istället för ord tittade på antalet förståelseenheter (grafer, ekvationer, begrepp etc) per föreläsning fann man att antalet enheter varierade mellan 117 och 160 per lektion men antalet nedtecknade

enheter i anteckningarna var mellan 83 till 88. Man drog slutsatsen att mer information minskade effektiviteten i lärandet.

(I sammanhanget bör det väl påpekas att i Johnstone's studier genomfördes studierna med testning av minnets återgivande av verbala informationsbitar (ord), studierna testade inte minneskapaciteten på visuella informationsbitar (bilder).) Perceptionsfiltret har en central roll för att arbetsminnet ska kunna uppfylla sin funktion. Långtidsminnet innehåller de kunskaper och erfarenheter som avgör filtrets effektivitet att urskilja informationen ur det visuella och auditiva brus.

Föregående meningar skulle kunna läsas i motsatt riktning och då blir budskapet: Om man saknar erfarenheter och kunskaper fungerar inte perceptionsfiltret och då utsätts arbetsminnet för ett kaos av information vilket gör att personen med svårighet kan lära sig något. Med hänsyn till budskapet blir konsekvensen att innan studenterna har erfarenheter och kunskaper som ger ett effektivt perceptionsfilter i kemi, bör planeringen av undervisningen ta hänsyn till arbetsminnet som begränsande faktor och därför ta ställning till omfattningen på informationsflödet per tidsenhet och/eller omfattningen av tid som studenterna har till sitt förfogande för bearbetningen av kursmaterialet. Detta kan läsas som att det behövs en omfördelning av kunskapsförmedlandet inte en minskning av kursen, eftersom filtrets effektivitet ökar i takt med att studenternas kunskaper och erfarenheter ökar, och borde därmed klara en kontinuerligt ökande informationstäthet i undervisningen bättre än den traditionellt tuffa starten som möter de flesta kemistudenter. Förutom att reducera det perceptionella informationsflödet pekar Schwartz och Heiser (2006) på att studenter omedvetet negligerar förklaringar kring fenomen vars existens de ej är medvetna om. Om studenterna klarar högre informationstäthet senare i kursen är det viktigt att de givits chans att uppfatta den inledande informationen då denna kan ligga till grund för att studenterna i det senare skedet genom igenkänning uppfattar informationen och har kapacitet att ta den till sig.

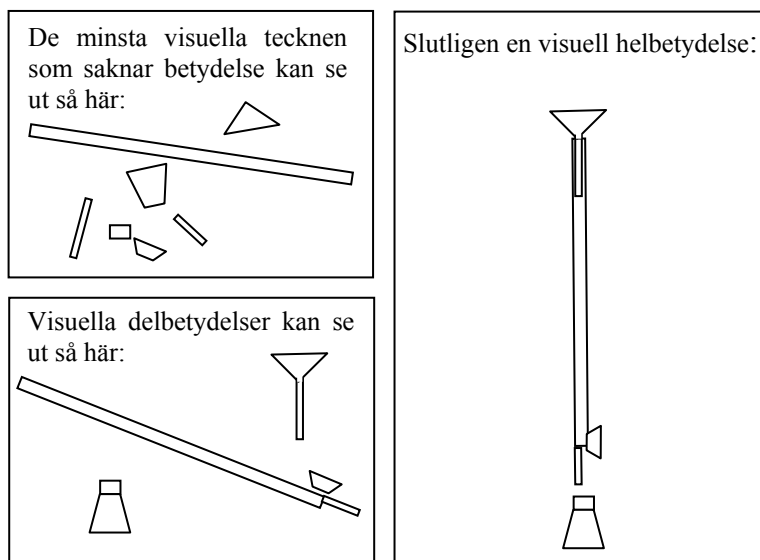
3.3. Symboltänkandets roll för lärandet

Enligt Åstrand (1989) utgörs 2/3 av perceptionen av synintryck. Även vid normala samtal är ögonen viktiga. Uppskattningsvis förmedlas 10 % av informationen via talad kommunikation,

20 % via framförandet och 70 % via kroppsspråket. Siffrorna försöker endast ge en uppfattning om proportioner mellan former av kommunikation, i sammanhanget kan de ses som en kommentar till Donald (1991) och Säljös (2005) uttalanden att den mimetiska kommunikationen fortfarande har stor betydelse - att den visuella kommunikationen även i ett textdominerat samhälle spelar en framskjuten roll.

Ögonen prioriterar det som är viktigt, intressant eller sensationellt. Ur de visuella signalerna söks framförallt kategorierna ordning, helhet och kontrast. Det normala är att motivet domineras av oordning. När perceptionen upptäcker en viss uppprepning så registreras den och värderas omedvetet redan i perceptionsfiltret. Detsamma gäller helheter och kontraster som avviker från slumpen. Trots selektionen är inflödet av intryck så stort att det krävs mer för att signalerna ska gå vidare till arbetsminnet. Om ordningen, helheten eller kontrasten leder till någon form av igenkännande går den vidare till arbetsminnet för en medveten värdering.

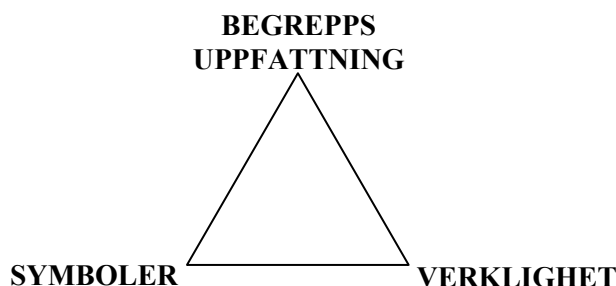
Även här är inflödet stort vilket betyder att risken för att signalen skall förloras fortfarande är stor. De inramade exemplen (Figur 6) har anpassats till kemin, men bygger på figurer som Åstrand (1989) använde, för att visa hur vi uppfattar visuella tecken, de illustrerar också perceptionsprocessen av de inkommande synsignalerna. I det första exemplet



Figur 6. a, b och c. Visuella tecken (efter Åstrand 1989)

(Figur 6a) uppfattar ögat en form, om denna inte utvecklas vidare lämnar ögat den. I det andra exemplet (Figur 6b) har perceptionen vidaretolkat signalerna till något igenkännbart som kan vara intressant, men det krävs mer för att inte bilden ska återvända till bruset. I det tredje fallet (Figur 6c) har perceptionsfiltret fått ihop en kontext som på något sätt måste kännas relevant för att attrahera arbetsminnet. Enligt semiotiken (semantiken) (Åstrand, 1989) omformas alla signaler från omvärlden som får personlig betydelse till symboler. Bok, träd, hus, bil är ord/begrepp som knyts till symbolerna för verklighetens motsvarigheter.

Den semantiska triangeln (Figur 7) uttrycker samma förhållande och den ska läsas som att varje hörn behövs för att de andra ska vara begripliga. Tecknen eller symbolerna kan bland annat vara visuella eller verbala.



Figur 7. Den semantiska triangeln (Åstrand 1989)

För begreppet elektrolys skulle hörnen i den semantiska triangeln (medurs från toppen) kunna bestå av *ELEKTROLYS* – ett elektrolysförsök – symbolbilder representerande en generell elektrolysprocess med elektron- och jonflöden. För en erfaren kemist eller en kemiundervisare presenterar sig hela triangeln vid kontakt med innehållet i något av hörnen. En student som presenteras för ”ett av hörnen” ser inte med självklarhet de andra hörnen. Ett av målen för en student är dels att bli medveten om de tre hörnen och dels att se alla samtidigt, ett av målen för undervisningen är att presentera hörnen och att underlätta för studenterna att koppla ihop hörnen. Den semantiska triangeln motsvarar på flera sätt Miller’s chunk eftersom den bildar en enhet som underlättar bearbetningen i arbetsminnet. För det sociokulturella perspektivet utgörs hörnen i den semantiska triangeln (medurs från toppen) av språkligt verktyg – verklighet – fysiska verktyg och kategoriseras som topologisk kunskap.

Alltså all meningsfull information lagrad som erfarenhet eller kunskap i långtidsminnet, är kopplad till någon form av symbol. Om man tar delar ur naturen som exempel har vi symboler för träd, buskar, blommor och gräs. Symbolerna är förenklingar som visar hur en typisk representant ser ut, av den anledningen har Mervis & Rosch (1981) infört beteckningen prototypbilder för dessa. När vi ritar symbolen för blomma kan andra se att det är en blomma. Om man har lärt sig fler arter av symbolgruppen blomma, blir även dessa minnen symboltecken. När vi ritar en tulpan, klöver, ros, liljekonvalj eller andra vanliga arter kan andra känna igen vilken art bilden föreställer. Det vi ritar är inte hur tulpanen ser ut utan vi ritar det som kännetecknar tulpanen, det som alla ser när de tittar på en tulpan. När vi letar efter en växt i naturen har medvetandet ställt in ögat på att se just det som är kännetecknen. När något visar någon form av överensstämmelse med det sökta, försöker ögat få en hel bild av objektet för att avgöra om det är den sökta växten. En vanlig erfarenhet är att när man plockar svamp och råkar hitta en kantarell, då ställer ögat in sig på kännetecknen för kantareller varefter ögat fastnar på varenda björklöv som ligger på marken på grund av överensstämmelsen i färg.

Åstrand (1989) skriver att det man inte förstår ser man inte, vilket leder till slutsatsen att det som är välkänt eller som ger tydligast tecken blir uppfattat. Givet att perceptionen är inställd på att se tecken och symboler bör en kemilaboration vara upplagd så att antingen de viktiga förväntade observationerna är så iögonfallande att de är självklara för studenterna eller, såsom Johnstone (1989) framhåller, att studenterna informeras om ”tecknen” i förväg.

3.3.1. Att se världen och tänka i bilder

Johnstone utgår ifrån återgivandet av verbala minnesbitar i sin bedömning av arbetsminnets kapacitet. Språket är ett teckensystem, som införts sent i människans utveckling, baserat på en omkodning av inre symbolsystem, två intellektuellt skilda processer. Detta borde kräva mer av intellektuell kapacitet än vad de mer reptilnära visuella teckensystemen gör. Johnson-Laird (1983) skriver: *”The relation of thought to word is not a thing but a process, a continual movement, back and forth from thought to word and from word to thought.”* (Johnson-Laird, 1983, p.5) I ett textbaserat samhälle som det vi lever i uppfattas ofta ord och tanke som ekvivalenta. Tankar omkodade till ord förblir inte helt desamma och mottagarens omkodning följd av tolkning ökar förändringen av den ursprungliga tanken. Polanyi (Rolf, 1991) menar att omvandling av outtalad (tyst) kunskap till verbal representation inte uttrycker hela kunskapen och att mottagarens förståelse av den verbala representationen kräver att läsaren själv kan tillföra tyst kunskap för tolkningen av meddelandet. De senare processerna utförs i arbetsminnet som ju, enligt tidigare text, är en begränsande faktor. I en studie lät Standing (1973) försökspersoner exponeras för en bild var femtonde sekund under en arbetsvecka (40 timmar). I en efterföljande session där bilderna visades parvis tillsammans med andra bilder, kunde försökspersonerna sortera ut rätt bilder, i mer än 85 % av fallen. Detta indikerar att individens kapacitet att lagra bilder borde vara mycket större än kapaciteten för det verbala minnet. En teori formulerad av Paivio (1991), dubbelkodningsteorin, baseras på att vad individen ser försöker individen finna en innebörd i och därför kodas de visuella signalerna både som bild och innebörd, vilket ökar möjligheten för frammaning av minnet. Den visuella representationen kan erinras via den verbala representationen och tvärtom. Paivio visade i försök att visuella representationer har dubbelt så hög erinringsgrad som verbala representationer, vidare att kombinationen verbal och visuell representation tillsammans hade en mycket högre erinringsgrad än två olika verbala representationer tillsammans, vilka i sin

tur var effektivare än endast en verbalrepresentation. Intressant i sammanhanget är också hans hypotes att även haptisk representation (beröringssignaler) skulle kunna förstärka erinringsgraden. Hans exempel på lärande från beröring är; skrivandet (stärker erinringen av den verbala representationen) och manipulering av objekt (stärker erinringen av den spatiala representationen).

3.3.2. Man knäckte nötter innan nötknäckandet kunde förklaras

Millar (2004) använde benämningen "knowledge in action" istället för "tacit knowledge" ("tyst kunskap"). Det ligger nära till hands att anta att haptisk representation utgör en delkomponent i begreppet "knowledge in action", en kunskap som genererats från erfارande. Att kunskapen ofta kallas tyst innebär som nämnts i ett tidigare avsnitt att den inte har verbaliserats, en förståelse som kan hjälpa individen att hitta lösningar i praktiska sammanhang utan att ha verbaliserats. Delar av den tysta kunskapen kan också bidra till förståelse vid bearbetning av verbal information och därmed själva övergå i verbaliserad form. Tidigare diskuterades Newtons (*Se sidan 31*) konstruktioner av begrepp som t.ex. sammanfattade erfarenhetskunskaper från arbete med "hävstången" och uttryckte med ord hur arbetet med hävstången kunde effektiviseras. I och med Hävstångslagen övergick delar av tysta kunskaper till verbaliserade kunskaper. Det naturvetenskapliga samhällets förklaringar omvandlar ständigt tyst kunskap till verbaliserad kunskap, men ny tyst kunskap uppstår hela tiden ur de nya villkor som människan i ett samhälle under utveckling utsätts för. Säljö (2000) uttrycker en liknande tanke: "*(Tvärtom) ordet och handen är intimt förknippade med varandra och utgör varandras förutsättningar i daglig verksamhet*" (Säljö, 2000, s.102)

Schwartz och Heiser (2006) pekar på Loci, det antika Greklands mnemoniska metod, att längs en tänkt väg placera ut tankeobjekt som pekar ut dispositionen och innehållet för minneshämtning medan man framför en muntlig presentation. Dubbelkodningsteorin stöder Johnstone's åsikt att eleverna ska få den vetenskapliga teorin presenterad strax innan de utför det försök som teorin knyter an till. Försökspersonerna i en undersökning av Bower, Karlin och Dueck (1975) fick titta på meningslösa bilder, de som fick en beskrivande rubrik till bilden lyckades minnas fler bilder än övriga.

Bildtänkandet (imagery) avbildar erfarenheter från sinnesintrycken och behåller intryckens struktur. Schwartz och Heiser (2006) presenterar fyra egenskaper hos perceptionen viktiga för

tänkande i bildspråk; enkelt strukturerande, determinism, perception-agerande koppling och förtydning.

3.3.3. Grunder för att se helheter/mönster

Enkelt strukturerande; perceptionens uppgift är att ge en sammanhängande bild som möjliggör agerande. Förnimmandet från sinnesintrycken ger spatial information. Perceptionen integrerar och strukturerar intrycken från de olika sinnen. Dessa funktioner utvecklades under evolutionen då de var viktiga för överlevnaden (*Se sid. 26*) vilket indikeras av att färg, rörelse, ljushet, form och position behandlas i separata delar av hjärnan. Medvetandet drar fördel av att dessa specialiserade zoner bidrar med strukturell information utan att belasta medvetandets uppmärksamhet. Spatiala avbildningar kan stärka bildtänkandet och lärandet då strukturer förmedlas utan att belasta tankearbetet (Schwartz och Heiser, 2006). De föreslår att ovanstående talar för att studenter har lättare att se tanken bakom en serie sammanhängande försök om relationerna mellan de olika faktorer som undersöks presenteras med en grafisk avbildning.

Varsebliven struktur är deterministisk (entydig) man ser bara en struktur i taget. En deterministisk struktur ger stabilitet i tankearbetet då den ger tydlig information om relationer mellan de ingående objekten, man kan inte ändra ett objekt utan att det får konsekvenser för strukturen. Språket däremot är otydligt i spatialt hänseende. Schwartz och Heiser använder satsen ”trädet är jämte busken” som exempel på att detta ger knapphändig information. Den visuellt förmedlade informationen skulle ha informerat om huruvida trädet står framför/ /bakom/vid sidan om och samtidigt bestämt avståndet mellan dem. I episodiska minnen lagras objekten med spatiala relationer sinsemellan. En undersökning av Mani och Johnson-Laird (1982) visade att när deltagarna fick en bild verbalt presenterad; ”triangeln var placerad vid sidan om kvadraten” så skapade försökspersonerna visuella illustrationer som visade triangeln placerad både till höger och till vänster om kvadranten. Deltagarna hade själva lagt till den spatiala relation som saknades i den icke-entydiga verbala representationen för att möjliggöra skapandet av en bild. Studien visade också att försökspersonerna mindes entydiga beskrivningar bättre än icke-entydiga och kände efteråt lättare igen beskrivningar som hade använts i de entydiga fallen i testet än i de icke-entydiga fallen. Däremot kunde de lättare skilja mellan en använd beskrivning och en oanvänd korrekt beskrivning bland de icke-entydiga

beskrivningarna än bland de entydiga beskrivningarna. Mani och Johnson-Laird drog slutsatsen att med entydiga beskrivningar konstrueras mentala modeller varvid beskrivningarna tappar betydelse, medan med icke-entydiga beskrivningar saknas giltig modell och därmed behåller beskrivningarna sin betydelse i brist på alternativ. (kan jämföras med att då episodiska minnen leder till en allmän kunskap ersätts de av ett semantiskt minne). Mentala modeller har struktur (Gestalt) och är lätta att minnas.

Perceptionens tredje egenskap, enligt Schwartz och Heiser, är att perceptionen och motoriken är starkt sammankopplade, perceptionen leder till agerandet, men rörelsen påverkar i sin tur de perceptionella intrycken. Ju mer van man är att köra bil, desto större del av bilkörningen har lämnats över från medvetandet till en automatiserad process, i vilken perceptionen tar hand om övervakningen av situationen och styr det automatiserade agerandet. När en helt ny situation uppkommer lämnar perceptionen över till medvetandet som gör en bedömning för att medvetet styra agerandet. När medvetandet åter känner igen situationen överläts bilkörningen ånyo till perceptionen. I tekniksporter som utförsåkning är det kopplingen perception-agerande som ger förutsättning för snabbt agerande, perceptionens mottagande av sinnesintryck leder till agerande innan medvetandet hunnit engageras. Ett dagligt exempel på snabbt omedvetet agerande är alla trafikmärken vi följer under bilkörningen utan att vi är medvetna om dem. Kopplingen mellan perception och agerande har även betydelse för bildtänkandet, de ger möjlighet att simulera skeenden, vilket Schwartz och Heiser (2006) benämner mental simulering. Den mentala simuleringen utnyttjas av olika sporter, utförsåkare simulerar sin åkning i backen baserat på den memorering de gör vid förbesiktning av banan och kan då programmera in vilka rörelser och vilken rytm olika passager ska genomföras med.

Perceptionen och bildtänkandet ger ofta en förtolkning innan man bildat sig en uppfattning om en situation och ens uppfattningar rör sedan inte så lätt på det varseblivna. Med verbal information däremot, måste orden tolkas vilket leder till att tänkandet styrs i samma banor som orden definierar och uttrycker. En uppgift för bildtänkande är att hjälpa individer förstå sådant som de enbart har hört talas om men inte upplevt. Zwaan *et al.* (2000) beskriver verbalt lärande som ”guidad erfarenhet”. Guidad erfarenhet beskrivs som att en verbal beskrivning av verkligheten innebär att lyssnaren ges ett antal ledtrådar som tillåter användaren att bedöma utfallet i ett tänkt skeende, en mental simulering som bidrar till en fantiserad erfarenhet. Ett sånt simulerande förmodas i studien kunna förklara att en del studenter verkar förstå kemin

oberoende av laborerandet. Simulerandet i sig talar dock för att de redan besitter någon form av erfarenheter med relevanta aspekter. När folk läser en bok i vilken de följer med huvudpersonen i olika miljöer skapar de sig en inre bild av dessa miljöer, vilket hjälper dem att förstå situationen när huvudpersonen återkommer till tidigare beskrivna platser (Schwartz och Heiser, 2006). Att det är möjligt för läsaren att återskapa miljöerna ur boken förutsätter att författaren relaterar till vanligen förkommande miljöer eller beskriver detaljer som behövs för återskapandet lite mer i detalj. Detta knyter an till tidigare diskussion om att naturvetenskaplig undervisning ofta beskriver en situation som inte är bekant för den studerande. Utan upplevelser av relevanta snarlika situationer försvåras skapandet av inre bilder av det undervisningen beskriver. Guidad erfarenhet borde bara fungera om den kan knyta an till någon av mottagarens upplevelser av världen. Laborativt arbete kan ge relevanta upplevelser som hjälper den lärande att skapa sig en entydig inre bild. *”if the available information does not provide structural cues, people can have difficulty recruiting the effortless structure of imagery”*. (Schwartz & Heiser, 2006, p. 288) Studenterna bör informeras om försökets teoretiska bakgrund före genomförandet så att de har möjlighet att upptäcka strukturer som kan leda till inre bilder och bildtänkande. Alltså bör laborationen länkas till kursen i övrigt för att underlätta studentens förståelsearbete. Schwartz och Heiser menar att ovana läsare inte alltid skapar entydiga modeller av det de läser och därmed förblir begreppen oklara, därför finns ett behov av att föreläsaren instruerar studenterna om att konstruera/använda inre/ytte figurer som ett verktyg att nå entydighet i tänkandet.

3.3.4. Om att bygga upp en bild från en text

Denhière och Denis (1989) inleder en artikel med att diskutera intresset kring processerna som gör begreppsmappar (eller mind maps) till så effektiva hjälpmedel för analys av problem och i lärandesituationer. I en begrepps-map har textens sekventiella kodning (i viss mån) omformats till visuell information där ord presenteras i en 2-dimensionell struktur. Med tanke på chunking utgör orden symboler när de nu i detta sammanhang inte längre presenteras sekventiellt. Författarna hävdar att man kan få spatial information om en miljö både från direkta erfarenheter och från symbolisk representation såsom en geografisk karta. Vidare refererar man i artikeln till studier av bland annat Kosslyn, Paivio och Pinker som var för sig visat att en text om okända objekt kan generera mentala konstruktioner som visar stora likheter med objekten. Det nämns inte i arbetet om man testade någon form av kvalitet hos

objektet, det vill säga om konstruktionen har större användbarhet än vad en så kallad fantombild har. En intressant observation av Denhière och Denis (1989) är att det tar längre tid att lära sig spatial information från en text än från en geografisk karta. Processen handlar om att omvandla text till en 2-dimensionell representation, vilket uppenbarligen är krävande (och det talar för att steget till tre dimensioner kräver än mer). Om man dessutom ska ha nytta av dessa representationer så handlar det om att kunna studera de fenomen objektet uppvisar, och det bör kräva mer än värdet hos det kognitiva utbytet. Vidare anger författarna att skildrande texter återger episoder i kronologiska strukturer medan texter som beskriver spatiala förhållanden är fria i förhållande till kronologin, men styrs fortfarande av att verbal information är sekventiell. I en separat studie visade författarna sina testpersoner en karta av en ö med sex positioner markerade med x. Positionerna motsvarade i princip två rader med vardera tre positioner markerade, Gestaltisterna skulle uttrycka det såsom att de sex kryssen bildar mönstret av tre kvadrater i rad upprepat på två rader. Därefter fick testpersonerna läsa två texter om sex olika föremål utplacerade på de sex positionerna, den första systematisk och den andra mindre systematisk. I den första versionen skedde utplaceringen från vänster till höger, först i första raden och sedan i andra raden. I den andra versionen placerades första föremålet längst upp till vänster varefter de båda följande placerades till höger om och nedanför, den fjärde placerades nere i högra hörnet varefter de två sista placerades till vänster om och ovanför. Uppgiften var att memorera och att därefter placera ut de sex föremålen rätt på en tom karta. Den första versionen tog genomgående kortare tid att läsa och hade lägre felfrekvens i utplaceringen. Vid upprepning med förändringen att lästiden drogs ned till 1,4 sekunder och att man mätte tiden mellan läsningarna erhöles ett snarlikt resultat.

Det ursprungliga försöket upprepades med tillägget i instruktionen till testpersonerna att de under läsningen skulle tänka sig kartan framför sig och placera ut de tänkta föremålen på denna. Lästiderna blev de samma som tidigare vilket förklarades med att testpersonerna spontant använt den tänkta utplaceringen redan i första försöket, felfrekvenserna minskade i det senare försöket men man fann ingen signifikant skillnad. Förmodligen var försöksmodellen för enkel för att varianterna skulle ge någon skillnad. Det som tydligast kom fram var troligen att en instruktion som ger så enkel modell av utplaceringen som möjligt, är enklast att följa eftersom den ger den enklaste tankemodellen av utplaceringen. Den mindre systematiska instruktionen genererade fler tankesteg hos försökspersonerna och då blev arbetsminnet en begränsande faktor vilket användes som förklaring av den ökade felfrekvensen. Den sista varianten av försöket var att testpersonerna skulle förbereda sig för

att skriftligt beskriva utplaceringen av föremålen på kartan, de skulle inte få någon karta att visa på. Lästiderna ökade med cirka 1/3 och felfrekvenserna ökade. Slutsatserna blev att den verbala informationen omkodades i icke-verbal representation som innehöll 2-dimensionell struktur och att kodningen tillbaka till verbal kod för skrivarbetet påverkade arbetsminnets effektivitet negativt.

En intressant kommentar till jämförelsen mellan en kartas informationskapacitet och motsvarande information från en text kommer från Rolf (1991). Han tar som exempel en geografisk karta i vilken 200 städer omfattas. När kartans skala finns given kan alla vägvstånd mellan städerna utläsas från kartan. En lista som omfattar de 39 800 avstånden mellan städerna skulle om man skrev ett avstånd per rad ge nästan 800 sidor om man använde 50 rader per sida. Kartan skulle dessutom ge ett intryck av hur varje vägvsnitt ser ut, slättland eller kuperat, rak eller krokig väg, smal eller bred väg för att nämna några viktiga fakta inför resan.

Enligt Johnson-Laird (1983) ger många olika perceptionella signaler en sammanhängande bild, en mental modell, med både kronologiskt och spatialt innehåll om verkligheten. Den informationen kan lagras med verbal representation, motsatsen kräver mer, samma verbala information har svårt att återskapa alla de perceptionella intryck som krävs för att ge bilden kongruens med verkligheten, men det är möjligt att skapa en mental modell med liknande egenskaper som verkligheten har och som därmed kan användas till bildtänkande. Johnson-Laird försöker uppenbarligen med sina mentala modeller undvika att bli indragen i den långdragna kontrovers som gällt om bildtänkandet/imagery genomförs i bilder (analogt) eller om det handlar om en sträng av symbolbaserad information som ger intrycket av en bild (digitalt). I båda fallen uppstår något som uppfattas som bilder vilket i praktiken är uppe på den mentala nivå som vi uppfattar. Johnson-Laird jämför med en programmerare som arbetar i sin datormiljö problemfritt utan att tänka på den grundläggande maskinkoden i vilken allt utförs i datorn. Författaren låter läsaren tänka sig en vandring i en labyrint i vilken man kommer fram till en återvändsgränd. När man därefter "tar" sig ut ur labyrinten bygger tänkandet på den mentala modell som byggdes upp i inledningsskedet. Eftersom man inte har upplevt labyrinten i verkligheten är de bilder man upplever så kallade propositioner, bilder som byggs upp "digitalt" från symbolisk representation som sätts ihop på grundval av den verbala representationen. Individen upplever världen via interna representationer av densamma det vill säga det som upplevs ger en mental modell av världen. Enligt Johnson-Laird är antalet dimensioner i de mentala modellerna dynamiskt bestämda beroende på vad de syftar på (till exempel en sekvens av episoder) eller avhängigt individens spatiala förmågor.

”Den dimensionella strukturen i modeller kan konstrueras och manipuleras på sätt som styrs av de dimensionella variablerna” (Johnson-Laird, 1983, p.157). Johnson-Laird fortsätter med att påpeka att Marr (1982), benämnde den perceptionella processen såsom mentalt roterande av objekt för ”2½-D skissande”. Den sekvens av bilder rotationen kräver styrs av förutsättningar som ges av individens bakomliggande mentala modell.

3.4. Gestaltteorins betydelse för att erfara världen

Gestaltisternas ursprungliga mål var enligt Gordon (1997) att rationalisera de processer i hjärnan som förklarar hur världen och händelser blir meningsfulla för individen. Målen nådde man inte fram till men man tillförde mycket kunskap om perceptionen i sin strävan. Tankar uttryckta av Kant i slutet på 1700-talet och en mängd influenser från 1800-talets filosofer, diktare, konstnärer och kompositörer ingick fortfarande i tidsandan vid Gestaltteorins uppkomst i början på 1900-talet, dessa influenser påverkade både innehåll och uttrycksform. Gestaltisterna kommunicerade teorin i bilder för att mottagaren själv skulle kunna bedöma dess giltighet.

Imagine an object moving from left to right across the field of vision. The movement takes time and occurs through space. ...We cannot perceive space itself; there is literally nothing to perceive. Space is what the object moves through. Similarly, we cannot perceive time as such: it too is simply a framework within which events are ordered. But the perception we have had would clearly be impossible without our awareness of these frameworks. (“Critique of Pure Reason”, Kant, 1781, citerad av Gordon, 1997, p. 57)

Precis som språket gör våra tankar kommunicerbara utan att vi lägger märke till språket, låter tid och rum våra intryck av världen bli ”tänk”-bara utan att vi lägger märke till dessa förutsättningar. ”Tänk”-bara innebär att intrycken blir möjliga att bearbeta med tankearbete. Tid och rum är de mest grundläggande förutsättningarna för vår förståelse av världen och det understryker att den som undervisar alltid i sin kommunikation måste förmedla tid och rum. Utan referenser till världen blir informationen meningslös.

Even the most abstract concepts of physics, such as that of entropy, can have no meaning without a reference, indirect though it may be, to certain direct experiences. (Köhler, citerad av Gordon, 1997, p. 12)

I en redogörelse för Gestaltteorin framhåller Sotto (1994) följande uttryck som centralt: ”*The whole is greater than the sum of the parts.*” (p. 42) Samma citat förekommer i Filosofi-lexikonet (1988), men då med tillägget ”...där helhetens egenskaper inte kan reduceras till

egenskaperna hos de enskilda delarna.” (s.189) En mängd som består av informationselement kan ses som att elementen samverkar till att forma en gestalt/ett mönster som framträder mot en bakgrund. Gestalten/mönstret uttrycker mer information/högre kunskap än den samlade informationen från de ingående elementen. Ett hundratal grundämnen bildar alla de miljoner föreningar (helheter) som finns i vår värld (en helhet) och 10 siffror bildar alla de tal (helheter) som någon (av någon anledning) skulle vilja skriva. Färre än 30 bokstäver kan bilda alla meningsfulla (helheter) och alla meningslösa ord. Varje helhet är ett mönster som ger mening och som vi lär oss att känna igen. När vi vid identifiering uppfattar delar av ett mönster utesluter vi helheter med mönster som avviker. Sotto fortsätter; ett föremåls olika roller i olika kontexter utgör också meningsfulla helheter. Världen är en helhet och objekten i världen får sin mening genom hur de passas och passar in i denna helhet. Wærn, Pettersson och Svensson (2004) beskriver hur ett enskilt element i helheten får avgörande betydelse. Små barn kan se ansiktet i en enkelt ritad bild bestående av cirklar, streck och cirkelbågar så länge helheten har ögon, näsa och mun på rätt ställe i cirkeln (huvudet). Om ”ansiktet” förändras är det framförallt munnens förändringar som barnen ser, mer perifera förändringar lämnar de därhän. Nästa exempel som de ger är när man väntar på en vän som ska komma med tåget. Perceptionen bortser helt från alla andra resanden (helheten) och ser så småningom endast vännen (elementet) när han upptäckts. George Bodner refererade för mig under ett samtal i november 2007 en studie som han och hans kollegor hade genomfört. Schackspelare anses kunna memorera en hel uppställning på brädet. I studien lät man ett tiotal högt rankade schackspelare memorera en uppställd situation på schackbrädet (*Se sidan 28*. En undersökning som visar att de inte memorerar hela uppställningen, men att antalet memorerade pjäser är proportionellt mot rankingen av schackspelaren). Man ändrade en schackpjäs i spelarens frånvaro och lät sedan spelaren peka ut förändringen. Resultatet visade att utpekandets utfall var kontextberoende. Spelarna hittar vid memorerandet de viktigaste schackrutorna för de fortsatta dragen och ju mer involverad en pjäs är för de scenarierna desto säkrare utpekande av den pjäsen sker. Perifera pjäser kunde de inte peka ut.

Exemplen visar att meningsfulla observationer bygger på att man vet vad man letar efter, i de tre fallen har observatören lång erfarenhet av sin uppgift. Johnstone (1997) påstod ”Människan söker mönster” (*Se sidan 49*) ett uttryck för Gestaltteorin och ”Field dependence” (Witkin & Goodenough, 1977) som bygger på att identifiera figurer (helheter) i en distraherande bakgrund (brus), får i sammanhanget betydelsen att om man inte har funnit helheten blir bruset stort, men när man har helheten klar då framträder de viktiga elementen

lättare (brusoberoende). Gestaltteorin beskriver på ett bra sätt Johnstone's Perceptionsfilter, en uppsättning episodiska minnen (partikulära händelser) som uppvisar likheter i fenomen, ersätts av en generaliserad symbolkodad representation, ett semantiskt minne enligt Tulving (1972) eller en fantasi enligt Vygotskij (1930). Episoder innehåller mycket ovidkommande information så det är tänkbart att när ett kunskapssammanfattande semantiskt minne genererats så tappar episoden sitt värde och försvinner såvida inte episoden har ett särskilt innehåll för bäraren. Man kan jämföra med Mani och Johnson-Laird's (1982) resultat att de verbala informationsbitarna tappades när en mental modell etablerats. I båda fallen har partikulär information ersatts med en generalisering i det ena fallet en verbal representation, i det andra fallet en spatial representation. I naturvetenskapliga sammanhang brukar en spontan reaktion resultera i ett lägre energitillstånd, generaliseringarna skulle kunna vara mindre mentalt krävande än att bära på de partikulära händelserna.

3.4.1. Om att presentera en helhet för att delarna ska bli begripliga

En teori, enligt Sotto, visar hur olika fakta hänger ihop för att bli begripliga. Millar (2004) samlar ihop de naturvetenskapliga teorierna i vad han kallar allmän vetenskaplig kunskap och beskriver detta som: "*material explanations for the behaviour of the material world*" (s.1). I traditionell undervisning (Sotto, 1994) presenterar läraren fakta sekventiellt för klassen, vilket erbjuder möjlighet till förståelse först när alla fakta finns för handen. En översiktlig inledning skulle ha erbjudit den lärande det mönster som möjliggör att meningsfullt plocka ihop de mottagna informationsbitarna och minska tendensen till "utantillärande".

3.4.2. Insikt av gestaltteorin

Vid stegvis problemlösning plockar tänkandet rimligtvis fram och tolkar i nuet all nödvändig information (inhämtad eller upplevd) för att matcha den mot det aktuella problemet. Om den framlockade kunskapen har kopplingar till problemet leder detta då framåt mot en möjlig lösning. Inte sällan löses problemet genom att man "känner igen det" och lösandet följer den strategi som igenkännandet pekar ut. Om tidigare erfarenheter inte är relevanta kan tankearbetet bli resultatlöst. Insikt, eller plötslig problemlösning, är ögonblicket när man plötsligt ser helheten. Sotto (1994) återger Köhlers experiment med schimpansen Sultan i

början på 1900-talet. Efter att ha flyttat några lådor för att se hur han skulle nå några bananer som hängde under taket vankade Sultan omkring i buren. Plötsligt när han insåg lösningen blev han aktiv och lade lådorna ovanpå varandra för att nå bananerna. Sultan hade all information och plötsligt infann sig en lösning, han blev varse helheten. Sotto citerar matematikern Poincarés beskrivning av hur han vid några tillfällen när han kopplat av, plötsligt insett lösningen på det problem som han kopplade av ifrån. Samma insiktsfenomen beskrev Kekulé när han med alla fakta om bensens struktur satt och småslumrade i en hästdroska och plötsligt insåg hur faktamängden bildade en strukturell helhet (Asimov, 1965). Enrico Fermi vaknade en morgon med beslutet att använda paraffin istället för metall för att bromsa snabba neutroner. Eureka och Lidnersk knäpp hör också hit. Sotto (1994) menar att tänkandet är det vi sysselsätter oss med när vi inte förstår. När vi slutar tänka ges möjlighet att se det rätta mönstret för hur fakta hänger ihop (Sotto). En möjlig förklaring kan vara att när problemet aktualiseras vid senare tillfällen är innehållet i arbetsminnet annorlunda så att man erbjuds ett nytt perspektiv på problemet. Bodner (2003) använde benämningen ett rent problem, för problemen här ovan, det vill säga ett helt nytt problem som man inte känner igen. Han fann signifikant korrelation mellan studenters lösningsfrekvens på såna problem och spatial förmåga, kombinationen indikerar att man ser strukturen/mönstret. Det måste vara det ursprungliga problemlösandet före språkets tillkomst, ett totalt visuellt symbolbaserat tänkande!! Om denna slutsats håller, stöder den samtidigt att logiskt resonerande tankearbete förstärktes i och med språkets utveckling vilket med sin klassificerande skärpa ökade möjligheterna att se skillnader och likheter i informationen.

Insiktsfenomenet uppstår enligt Sotto (1994) när individen slutar tänka, när han/hon kopplar av, när han/hon aktiverar sig i någon annan aktivitet (enligt ovan). Clancy (2006) citerar källor som hävdar att hjärnan påverkas negativt av stillasittande vilket ofta karaktäriserar en tänkande person eller en som sitter och lyssnar, och att hjärnan arbetar effektivare med kognitiv information vid fysisk aktivitet. Detta kan ses som ett argument för laborativt arbete. Manipulerandet av redskap i laboratoriet kräver aktiv medverkan av arbetsminnet, teorin har behandlats under lektion och upprepats under den inledande genomgången vid laborationstillfället. Upplevandet av försöket kan därför öka upplevandet av teorins struktur/mönster (under det praktiska arbetet eller efteråt). Det distraherade tänkandet och neuronernas ökade aktivitet skulle kunna bidra till bra förutsättningar för insiktsfenomenet att infinna sig. Eftersom studenterna uttalar sig positivt om laborationsrapporten, trots att de samtidigt anser att den tar mycket tid, skulle man kunna tänka sig att den bidrar till insikt just

för att den tar tid samtidigt som det finns ett mål att prestera en rapport som uppfyller givna krav. Tankarna är uppfyllda av det samlade materialet för rapporten, arbetet kräver pauser under vilka uppmärksamheten dras till något annat och insikten får chans att infinna sig. Förmodligen kan de flesta hålla med om från egna erfarenheter att insikter uppkommer i oväntade situationer som när man promenerar, springer, cyklar, fiskar, diskar, lyssnar på musik etcetera.

Sotto anser att lärarens/undervisningens roll alldeles för ofta är inriktad på att eleverna passivt ska ta emot fakta. Fakta behövs för att kunna se mönster, men när eleverna blir undervisade hur fakta sitter ihop kan de uppnå rätt resultat utan att de har nått förståelse. Risker med en ofullständig förståelse är den samtidiga känslan av full förståelse varvid eleven inte känner behov av vidare informationsbearbetning. För full förståelse krävs att de själva bryter ned informationen i sina komponenter och därefter sätter ihop bitarna i meningsfulla helheter och hur dessa relaterar till varandra. Han menar att för att den lärande ska vara motiverad att genomföra ett förståelsearbete måste han/hon inse att det finns något som han/hon borde kunna men som han/hon uppenbarligen inte förstår! Detta menar han är lärarens primära roll och därefter att uppmuntra eleverna att pröva sina tankar mot nya fakta. Polanyi har listat ett antal förutsättningar, återgivna av Sotto (1994), som bidrar till att nå förståelse:

- *att upptäcka att det finns något som man inte förstår men som man behöver förstå*
- *att fördjupa sig i problemet*
- *förvirring*
- *aktivt engagemang, framförallt*
 - samla information*
 - pröva funderingar*
- *uppleva samma lärande situation upprepat*
- *tillgång till expert som*
 - strukturerar situationen*
 - fungerar som en kompetent förebild*
 - kan svara på frågor*
- *den medfödda förmågan hos individen att vilja förstå*
- *återkommande insikter*
- *att tvivla på att man nånsin kommer att förstå fullständigt*
- *att tro på möjligheten att man kommer att förstå*

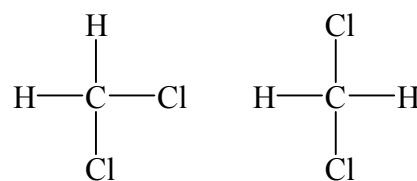
3.5. Gestaltteorin och den spatiala förmågan

3.5.1. 3D-tänkande i ett 3-dimensionellt ämnesområde

Bodner och Guay (1997) har intresserat sig för betydelsen av studenternas spatiala förmåga i kemistudierna. Den spatiala förmågans betydelse för förståelsen diskuterades i artiklar redan under första halvan av 1900-talet (Slater, 1940) och på senare år har frågan åter aktualiserats. Denna förmåga verkar påfallande relevant i sammanhanget med tanke på att kemiundervisningen mycket tidigt i den naturvetenskapliga pedagogikens historia hade ett behov av att införa 3D-modeller av jonföreningars och molekylers strukturer för klassdemonstrationer. Bodner och Guay använde ett test för den spatiala förmågan bestående av 20 ”papper och penna”-uppgifter. Metoden utvecklades ursprungligen av Shepard och Metzler (1971). Varje uppgift hade två bilder av samma 3-dimensionella figur, men den andra bilden var roterad i någon rymdriktning. Studenterna skulle avgöra hur en annan avbildad 3D-figur skulle se ut efter samma rotation genom att välja mellan fem olika avbildningar. De nästan 5000 studenter som utsattes för testet, i Bodner och Guays studie, genomförde också kemitester i vilka man studerade utfallet, dels av uppgifter som byggde på kemiska strukturer och dels av uppgifter av stökiometrisk karaktär. Utfallet gav stöd åt flera tidigare studier som pekat på att kvinnor har lägre spatial förmåga än män. Dessutom erhöles, ej överraskande, en signifikant stark korrelation mellan spatial förmåga och att förstå kristallstrukturer ($r = 0,32$). Försökspersoner i Shepard och Metzlers undersökning från 1971 uppgav att de utförde rotationerna mentalt inne i huvudet vilket ledde till att Shepard och Cooper (1986) presenterade en studie som visade att det fanns ett linjärt samband mellan tiden det tog att lösa uppgiften och storleken på vinkeln mellan de båda figurerna. Resultatet stöder att det handlar om mental simulering, vilket i sin tur stöder att spatial förmåga har betydelse i kemin när man ska förstå molekylers och kristallers rymdstrukturer.

Resultatet indikerar samtidigt varför många studenter har ett behov av att aktivt låta de 2-dimensionella avbildningarna av kolföreningar i läroboken interagera med kulmodeller av desamma för att kunna tolka fram den 3-dimensionella verkligheten ur den 2-dimensionella

avbildningen. Alla som undervisat organisk kemi är medvetna om att det är vanligt att nybörjare har problem att se att de två avbildningarna (Figur 8) representerar samma molekyl.



Figur 8. 2-dimensionella avbildningar av diklormetan

Tetraederformen gör att var och en av de fyra atomerna bundna till kolatomen är närmaste granne till de tre andra atomerna. Det finns alltså ett mentalt problem vid passerandet mellan två och tre dimensioner. Slutsatsen gäller inte bara i kemi. Reutersvärds omöjliga figurer lutar sig mot att perceptionen återger bilden som den är och den mentala förväntan som träning att tolka bilder har skapat hos individen, omtolkar bilden till 3-dimensionell vilket upplevs som lustigt då figurens omöjlighet uppenbarar sig.

3.5.2. 3D-tänkande i lösandet av stökiometriska problem?

Det som gör Bodner och Guays studie intressant är att man oväntat fick lika hög korrelation mellan spatial förmåga och lösandet av stökiometriska uppgifter, signifikant korrelation när uppgifterna var annorlunda än de som använts i undervisningen och därför krävde sanna problemlösningsfärdigheter och ej signifikant korrelation när uppgifterna var likadana som i läroboken eller om de hade behandlats i undervisningen.

MacLeod, Hunt och Matthews (1978) visade att personer med verbal förmåga använder sig av verbala strategier och personer med spatial förmåga använder visuella strategier vid problemlösning vilket i sammanhanget talar för den visuella strategin. Bodner och Guay menar att deras studie pekar på att den spatials förmågan har betydelse för att packa upp (disembed) information ur en grafisk representation eller en verbal representation. Ordvalet att packa upp informationen indikerar att de syftar på att veckla ut dimensioner. Resultaten stöder tanken att språklig information omformas från att sakna dimension till att konstruera ett tänkt objekt i en 3-dimensionell värld, en intellektuell process för vilken den spatials förmågan är av yttersta vikt. Bodner och Guay pekar på stöd i litteraturen för att framförallt två strategier används vid bearbetningen av spatials uppgifter, gestalt- och analytisk bearbetning. Gestaltbearbetning innebär att man formar och förändrar bilden som en sammanhållen helhet, analytisk bearbetning innebär att helheten bryts ned till enskilda bitar som sedan kopplas till en bild bit för bit.

Bodner (2003) kopplar samman Johnstone & El Bannas (1986) undersökning till analysen av en egen studie av vana och ovana problemlösare. Bodner lät erfarna problemlösare inom kemi arbeta med uppgifter inom områden där de saknade erfarenheter. Vid observation av problemlösarnas aktiviteter var trenden, i de fall de inte omedelbart såg vägen till problemets lösning, att de ritade en figur som sammanfattade fakta lästa ur uppgiftsbeskrivningen.

Bodner menar att den sammanfattande figuren är en chunk enligt El Bannas och Johnstone's modell (Millers ursprungligen). Figuren utgör ett mellansteg från den språkliga kodningen till objektvärlden. Även här kan man jämföra med den semantiska triangeln. Figuren är en symbolbaserad representation där symbolernas placering innehåller en förtolkning av det som texten beskriver. En stor del av de språkliga symbolerna i texten har nu ersatts av internaliserade lättgängliga visuella symboler. Den omformade representationen underlättar för användaren att samverka med alla informationsbitarna samtidigt, informationen är befriad från textens sekvensstyrda struktur. Att problemlösaren struntar i att rita en figur tyder på att han/hon agerar med formellt tänkande, medan nyttjandet av en figur tyder på en återgång till konkret tänkande detta stämmer med när Bailey & Garratt (2002) citerar Herron: "... everyone reverts to concrete operational or pre-operational thought whenever they encounter a new area."

3.5.3. Att omvandla verbal representation till visuell för att lättare se världen

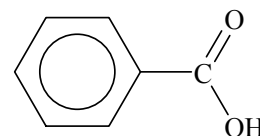
Bodner och Domin (2000) studerade ca 200 förstaårsstudenters prestationer på en tentamen i organisk kemi. Studenter i organisk kemi kommer flitigast i kontakt med användningen av representationer som de i Figur 8. För studien valde Bodner och Domin testuppgifter vilka illustrerade aktuella molekylers

9a.



Figur 9a. "Verbal" representation

9b.



9b. Visuell representation (Bodner, Domin, 2000)

strukturer mer genom konventioner än visuella hänsyn (Figur 9a och 9b). Gemensamt för de studenter som klarade dessa uppgifter var att de "översatte" konventionerna till visuell strukturinformation i en egen illustration, exempelvis fanns alla bindningar och atomer utritade. Med flera exempel visar författarna på hur begränsade studenterna blir i sin samverkan med representationerna när de inte har ritats ut fullständigt. Författarna hävdar att mindre framgångsrika studenter har sämre förmåga att växla mellan olika representations-system för molekylers struktur. Bodner och Domin sträcker sig så långt att de talar om studenter som är låsta till verbala representationer och med svårigheter att tillgodogöra sig visuella representationer. Dessa studenter kan se att representationerna i Figur 9 representerar samma molekyl men det är inte sannolikt att de plockar fram den andra representationsformen om de endast får den ena formen presenterad. De läser, enligt Bodner och Domin, endast

bokstäver, siffror, streck och ringar i representationerna, samma samling av grafiska tecken fungerar för den erfarna kemisten som en enhetlig symbol (chunk) innehållande ett antal egenskaper. Bodner och Domin studerade även ett antal 1:a och 2:a års doktoranders strategier vid lösandet av strukturer med hjälp av 2D-NMR. De skulle tolka resonanstoppar och översätta dessa till den struktur de representerade. Här fann man att framgångsrikt resultat karakteriserades av användandet av i medeltal två egna illustrationer och att misslyckande hängde ihop med användandet av, i medeltal, drygt en illustration. Dessutom dominerades den framgångsrika gruppens illustrationer av visuella symboler medan den senare gruppen använde högre grad av verbala symboler. I studien framhålls att man inte har analyserat utfallet av att tillämpa resultaten i ren klassundervisning, men författarna anser att ”verbala” studenter blivit bättre problemlösare efter att de upplysts om begränsningen i att inskränka sig till verbala beskrivningar. Författarna för också in schemateorin i resonemanget. Ett schema beskrivs som en sorts relevant mental allmängiltig tankestruktur som aktiveras beroende på hur individen uppfattar situationen, vilket också avgör vilken kontext som individen anser hör till situationen. Förståelsen av situationen kan fortfarande vara bristfällig men utifrån det valda schemat tillför individen själv kunskap och schemat visar också hur kunskaperna relaterar till varandra. Så schemat bidrar, vid korrekt bedömning av situationen, förutsättningar att dra slutsatser. Ritandet av figurer framhålls av författarna som en metod för problemlösaren att frammana det schema som passar bäst i sammanhanget.

3.5.4. Multimedia

Användningen av multimedia har föranlett ett intresse att studera hur väl studenter tillgodogör sig visuell och verbal information. Lee (2007) presenterar en studie där han tagit fasta på Vygotskijs begrepp scaffolding inom Zone of Proximal Development (ZOPED). Lees avsikt var att utveckla användningen av scaffolds (kommunikativa stöd) inom multimedia. I analysen refererar han till några närliggande resultat. Han har funnit att studenterna lär bättre när verbal information placeras nära tillhörande bild på skärmen och det gäller även avståndet mellan två bilder som ska användas samtidigt. Ökat avstånd ökar belastningen på arbetsminnet vilket kan medföra att den lärande har svårare att samverka med båda bilderna parallellt. Designeffekter har större påverkan på studenter med hög spatial förmåga än de med låg förmåga. Hög spatial förmåga bidrar till att höja den kognitiva kapaciteten i arbetsminnet, vilket ökar möjligheten för verbal och visuell information från skärmen att samverka. Från

andra refererade studier hämtar han beskrivningar av begreppet scaffolding; hålla kontroll på de faktorer som inledningsvis överskrider studentens kapacitet, temporärt stöd tills studenten nått en tillräcklig nivå, stärka studentens intresse och se till att studenten fortsätter med fokus på målet. I ett av projekten med målet att stärka geologiskt tänkande gav visuell scaffolding bra stöd till skillnad från verbal scaffolding. Studenter med hög spatial förmåga löste uppgifter signifikant snabbare samt hade signifikant bättre resultat både vid problemlösningstest och vid test av transferförmåga (att använda sin kunskap i olika situationer) än studenter med låg spatial förmåga. En av de refererade studierna visade även att studenter med hög spatial förmåga har lättare att tillgodogöra sig ett främmande språk än de med låg förmåga.

I sin studie använde Lee (2007) ett interaktivt simuleringsprogram av traditionellt utförande för två kontrollgrupper. Testgruppen försågs med visuella scaffolds, simuleringsprogrammet styrdes med meningsfulla ikoner på datorskärmen (avbildade vikter styrde trycket och avbildade gaslågor styrde värmen) med avsikten att minska belastningen på den lärandes arbetsminne. Testgruppen gavs dessutom en loggbok på skärmen som dokumenterade utförandet och primärvärden/observationer.

Under simuleringsarbetet svarar programmet i form av observerbar visuell information direkt på skärmen på de ”aktiviteter” som konstrueras av användaren. Syftet, enligt Lee, var att erbjuda de lärande möjlighet att direkt tolka sina observationer (”svaren”) i ljuset av den teori som erbjudits under föreläsningarna. Situationen förefaller vara konstruerad för att ersätta lärandet från ett verkligt försök med en simulering. En kanske långsökt liknelse är att om man mäter temperaturen i vattnet med en ograderad termometer ger denna ett exakt svar men svaret är värdelöst ända tills man satt en definierad skala på termometern. Med skalan kan man tolka termometerns svar men endast med de begränsningar som finns inbyggda i den linjära temperaturskalan och i skalstreckens placering. Lee’s avsikter att minimera i försöket inblandade distraktorer bör ha haft en positiv effekt för studenternas förståelsearbete, men en simulering begränsas av algoritmer som bygger på de kunskapskonstruktioner som är kända för vetenskapen och av att alla observationer utförs mot en 2-dimensionell skärm.

3.5.5. Behovet av konkretisering i ett universitet för alla

I umgänget med redskapen erbjuds nybörjarstudenterna, precis som barnen med jordgloben, att lotsas från beroendet av fysisk interaktion med redskapet till användandet av inre

återerinjeringar av redskapets agerande i tidigare upplevda situationer. Om man begränsar sig till ett ämnesområde (eller ett intresseområde) bör man kunna påstå att andelen individer som besitter någon form av relevant "tyst kunskap" som samverkar med de verbala förklaringarna av fenomenen har möjlighet att öka med ökande ålder. Även inom kemiområdet förutsätter förståelsearbetet, mer eller mindre, någon form av insikt om domänens vanligt förekommande redskap och om hur dessa används. Aktiviteter som involverar nämnda redskap och metoder förekommer inte ofta i det vardagliga livet - erfarenheterna erbjuds huvudsakligen från aktiviteter i institutionella miljöer.

Bland studenter som påbörjar studier i kemi återfinns allt från dem som haft begränsad kontakt med kemi till dem som fick "Den lille kemisten" i julklapp som barn, från dem som har "fått kemi på köpet" till dem som läser kemi av intresse, från dem som läst kemi i koncentrerad form för att på kort tid få naturvetenskaplig gymnasiekompetens till dem som på ungdomsgymnasiet fått tillfälle att tillgodogöra sig kemikunskaperna under en längre tidsperiod, från de som har svenska som första språk till de som hämmas av att mer eller mindre nyligen har lärt sig svenska och även en liknande variation i kulturtillhörighet. Heterogeniteten i attityd, kunskaps- och språklig bakgrund i ett samhälle med ett universitet för alla, bör tala för att behovet av 3-dimensionell representation i undervisningen med största sannolikhet ökat. Laborationen utförs i det 3-dimensionella rummet i en utbildning som huvudsakligen nöjer sig med att enbart referera till verklighetens tre dimensioner, med följd att man förutsätter att den studerande själv ska klara dimensionsproblemet. Att ändra antalet dimensioner i sin bearbetning av information illustreras i Lundh, Montgomery och Wærn (1992). De presenterar ett klassiskt problem; att arrangera sex tändstickor så att de bildar fyra liksidiga trianglar. Lösningen är en tetraeder. Problemet är med andra ord att från "1-dimensionella" tändstickor bilda 2-dimensionella trianglar och sedan inse att lösningen är 3-dimensionell. När man sitter med lösningen är det svårt att se problemet som svårt. Problemet får sin lösning i plötslig insikt och känslan av denna plötsliga insikt och att lösningen efteråt känns så enkel är snarlik den känsla som ofta infinner sig under bland annat kemiutbildning.

Kapitel 4. Laborationen i undervisningen

4.1. Inledning

Laborationer är en tilltalande metod som erbjuder studenterna att lära sig med förståelse och samtidigt involveras i en process i vilken kunskap utvecklas genom praktiskt naturvetenskapligt arbete (min översättning). (Tobin, 1990, p. 405)

Undervisningen på akademisk nivå innehåller generellt föreläsningar, seminarier, övningar och diskussion i grupp. Men ämnen som kemi är dessutom laborativa och oftast utför studenten ensam, eller i par med en kurskamrat det praktiska arbetet. Det är naturligtvis viktigt att studenterna, liksom i all annan undervisning, erhåller ett kognitivt utbyte av laborationskursen. Kravet på kunskapsutbyte kanske till och med är extra viktigt när studenterna laborerar eftersom denna form av utbildning dessutom kan bidra till ett praktiskt förhållningssätt till kunskap som kan vara av godo även inom arbete vid andra sektorer av samhället än kemi. Den moderna vetenskapen är empiriskt präglad och baserar sina slutsatser på experimentella resultat. Då är det naturligt att fråga sig vilket kunskapsutbyte studenterna tar med sig från en laborationskurs. Sannolikt ökar deras praktiska färdigheter avseende typiska arbetsuppgifter i ett kemiskt laboratorium, allt från beredning av lösningar till att tolka spektra från en LC-MS apparat beroende på vad de kommer i kontakt med under labkursernas gång. Eftersom alla aktiviteter som ingår i utförandet av en laboration har ett syfte, hänger förmodligen förbättrat handlag ihop med en fördjupad förståelse för kopplingen mellan kemins idéer och den verklighet dessa syftar på. Påverkar laborerandet förståelsen av kemins idéer i sig själva också? Det finns en förhoppning på institutionsnivå att laborerandet lär studenterna grunderna för forskning inom ämnesområdet; ett logiskt och kritiskt tänkande, ett rationellt arbetssätt, kunskap om tidigare forskning och dess metodik, samt engagemang och förmåga att samarbeta. Uppfyller laborationskurserna dessa förhoppningar som i förlängningen skulle kunna öka intresset bland studenterna att satsa på en framtida karriär inom kemin? Är det realistiskt att ha alla dessa förväntningar på laborationskurser på alla nivåer? Är det mer realistiskt att låta laborationskurserna uppfylla förhoppningarna efterhand som studenterna passerar de olika utbildningsnivåerna inom kemi? Eller, är det en bättre strategi att i inledande laborationskurser utgå ifrån studentens behov för att därefter för var nivå stegvis ersätta detta behov med de institutionella behoven av ett vetenskapligt arbetssätt – att bygga in en kunskapsprogression i helhetsbilden av kemiutbildningens olika nivåer?

4.2. Motivationens betydelse för lärande

Sotto (1994) hävdar att *"everybody is already motivated"* (p. 17), undervisningens uppgift är inte att motivera studenterna, undervisningen ska istället undvika att minska motivationen. Att kommunicera är normalt hävdar Sotto. När ett antal personer samlas i ett rum uppstår vanligtvis samtal i spontana grupper. När barn löser uppgifter lyckas de bättre när de tillåts prata under utförandet, vilket Sotto illustrerar med ett par studier av Vygotskij och visar att verbal bearbetning underlättar vuxnas lärande också, samtalet involverar.

Sotto, från början språklärare, menar att studenterna måste involveras aktivt, *"vill man lära sig att cykla måste man cykla"*. *"... you have to do those things"*(p.22). Han fortsätter; klassrumsundervisningen indikerar att lärande är att sitta och lyssna och att svaren kommer från läroboken och lärarens huvud. *"Most people do not like to sit and listen for hours at a time they are trying to learn something"* (p.22). I några exempel visar Sotto att individen har en drivfjäder att inse sammanhang redan från spädbarns ålder. Han refererar en studie av Papousek som observerade tvåmånaders bebisar som upptäckt att de erbjöds mjölk när de vred huvudet åt höger. Samma barn vred huvudena åt höger också utan att vilja ha mjölk. Papouseks studie ger belägg för att spädbarnet utförde vridningen enbart i syfte att bekräfta sin "hypotes". Nyfikenheten ledde till huvudvridningen, den första logiskt styrda handlingen. Utan yttre påverkan upprepar små barn aktiviteter som att öva uttalet av olika ord, sätta ihop och plocka isär byggbara leksaker och att ställa i medeltal 26 frågor i timmen till sin omgivning. Drivkraften att interagera med världen styrs uppenbarligen av en inre motivation. Sotto visar också att yttre motivation i form av belöningar har negativa konsekvenser. Den inre motivationen gläds åt resultatets kvalitet medan den yttre motivationen oftast begränsar prestationerna till att uppfylla kravet för belöningen. (Jfr grundforskning och tillämpad forskning)

4.3. Laborationens plats i det premediala samhället

Laborationen infördes ursprungligen för att träna studenterna i ett handlag inför framtida praktiska uppgifter (Trofast, 1992; Reid, & Shah, 2007). Arzi (1998) hävdar att det till en mycket nära dåtid som enbart mål för uppövandet av laborationsfärdigheter accepterades som grunder för att få laborera. Något ospecifikt har man därför bland undervisare uttalat sig

relativt positivt för laborationen och hävdar att den även stärker teoribildningen. Bland kritikerna har man pekat på att det saknas bevis för att laborationen verkligen bidrar till teoriförståelsen. Laborationen är sannolikt den enda erbjudna kontakten med den 3-dimensionella verkligheten i en i övrigt huvudsakligen verbal undervisning. Varför har man inte kunnat visa några positiva resultat?

Wærn, Pettersson och Svensson (2004) lämnar ett bidrag som kan vara en del av förklaringen; en analys av bildens och textens historia de senaste 500 åren. När munkarna under medeltiden framställde böcker var illustrationer i böckerna inte ett större tekniskt problem än texterna, varvid text och bild tilläts förstärka varandras budskap som jämlikar. I och med Gutenbergs boktryckarkonst i mitten på 1400-talet underlättades textsättningen på bildens bekostnad, träsnitten tog fortfarande lång tid att framställa. Illustrationstekniken ändrades senare till kopparstick och därefter till litografi. Båda teknikerna bidrog till att bilden förlorade sin betydelse i litteraturen och det var först med fototekniken och samhällets datorisering som bildtekniken blev lika enkel som textsättningen varvid möjligheterna att åter låta text och bild samverka. Under seklernas gång har tekniska problem och ekonomiskt tänkande stoppat förespråkare för bildens samverkan med texten att nå framgång. När datortekniken började användas på 1990-talet i undervisningen visade sig ett halvt millenniums textdominans i de produkter som primärt utvecklades - program och CD-rom skivor var till stor del baserade på texttänkande.

Comenius på 1600-talet och Siljeström på 1800-talet är exempel på förespråkare för bilder i undervisningen. Bilderna var inte tänkta som illustrationer direkt kopplade till det som undervisades, utan de skulle fungera "som ett sätt att öka den mentala rymden" som Wittgenstein uttryckte det. Författarna pekar på hur illustrationerna i Sörgårdsböckerna, de första decennierna under 1900-talet, fick barnen att älska sina böcker trots att vuxenvärlden var kritisk mot bildinnehållet. I början på 1990-talet hade en stor andel undervisare i Sverige tillgång till olika bildmedierande hjälpmedel men ändå var det texterna som uteslutande användes i kommunikationen. Undersökningarna (Pettersson *et al.*, 1991) som stödde dessa påståenden var baserade på undervisning i SO/geografi, men det kan nog anses att situationen var snarlik i NO-ämnena. NO-lärarna är fostrade i samma textmedierade kultur som andra lärare. Wærn, Pettersson och Svensson framhåller att lärarna inte har tränats i bildkommunikation och majoriteten av kemilärarna har förmodligen uteslutande erbjudits tillfälle att kommunicera sina laborationsresultat skriftligt. Rimligtvis saknar då ett flertal lärare träning

att hjälpa eleverna att omformulera sina intryck från försöket till verbala formuleringar som knyter an till undervisad teori. Denna eventuella brist kan visa sig i att laborationens mätbara effekt i undervisningen blir lidande. Flertalet nybörjarstudenter och elever kan, enligt tidigare diskussion, definieras som konkreta tänkare och kan i initialskedet således behöva guidning för att koppla det observerade till rätt moment och rätt teori i kursen. Kommunikationen handlar om att översätta texten till den 3-dimensionella världen och att tillbakatolka observationerna till den textbaserade världen. Enligt tidigare avsnitt använder framgångsrika problemlösare bilder (2-D) för att underlätta de övergångarna vilket talar för att undervisare bör tränas i att kommunicera med bilder som en bro mellan text och verklighet.

4.4. Om laboratorieundervisningens bidrag till lärandet

Johnstone (1997) påpekar att laboratoriet är platsen för informationsöverbelastning. Johnstones, redan beskrivna, modell för lärande med användande av det begränsade arbetsminnet pekar på en tänkbar risk att laborationstiden inte ger avsett kunskapsutbyte för nybörjarstudenter. Många försök har omfattande arbetsinstruktioner, många observationer skall utföras och kombineras med användandet av flertalet begrepp från salsundervisningen. Enligt Johnstone kan oförberedda nybörjare inte bearbeta sina erfarenheter med förståelse oavsett hur försöket genomförs (inte ens med användandet av microscale). I genomgången av Gestaltteorin nämndes bakgrundsbruset. I avsaknad av ”mönstret”, ”helheten” kan det vara svårt att skilja bruset från det som är relevanta signaler från försöket. I avsikt att underlätta för studenterna så att de länkar de nya intrycken just till den accepterade teoribilden, förordar Johnstone en genomgång som förbereder studenterna på vad som väntar dem under och efter försöket. Enligt Millar (1989) är observationerna styrda av teoribakgrunden. Zwaan (Zwaan *et al.*, 2000) har myntat verbalt lärande som ”guidad erfarenhet”. Den verbala informationen ger tips om hur mottagaren ska tänka för att med mental simulering återskapa en erfarenhet man inte har. Guidad erfarenhet skulle kunna ingå som en del av förklaringen till att en del studenters förståelse av kemins idéer verkar vara oberoende av deras egna erfarenheter. Johnstone's rekommendation skulle kunna betecknas som ”Guidning till egen erfarenhet”.

En turist som kommer till Paris för första gången använder ofta en ”reseguide”, en bok som, dels talar om för turisten hur han hittar till Louvren och dels berättar att i Louvren kan man bl.a. beskåda Mona Lisa så han förstår varför han ska gå till Louvren. Väl i Louvren kan han,

med ”reseguidens” bakgrundsbeskrivning om Mona Lisa och tavlan framför sig, få en djupare tolkning och en bättre förståelse för vad konstverket betyder för vår kultur. Arbetsbeskrivningen är tänkt att leda studenten fram till viktiga observationer och teorin att förbereda studenten på att observera fenomen mot bakgrund av det vetenskapliga perspektivet.

En liten detalj som kan vara perifer, men tids- och energi besparande är att duka fram allt material som behövs för att sätta igång försöket. Piagets experiment, i vilka barn fick arbeta fritt, upprepades av Vygotskij (1934) men med den skillnaden att experimentella störningar infördes. Man hade avlägsnat material som behövdes i aktiviteterna från salen i förväg. När barnen fann att det redskap de behövde saknades, sänktes deras tankenivåer, vilket avlästes i nivån på deras språk. En liknande sänkning av tankenivån skulle kunna vara tänkbar för nybörjarstudenter; när de koncentrerar sig på att förstå utförandet eller eventuellt att förstå vad som händer i försöket så innebär det ett avbrott i tankearbetet när studenterna är tvungna att gå iväg för att leta upp saknade kemikalier och redskap och kontrollera att de hämtat rätt kemikalier och utrustning.

4.5. Laborationens mål, syften och förberedelser

I syfte att underlätta dagens studenter fokus på meningsfullt lärande under laborationen finns det ofta tydliga mål och syften för försöket deklarerade, dessa anses vara bra ”riktningsvisare” för studenterna. Utbildningarna i Sverige har senaste åren haft stort fokus på definierade mål för varje laborationskurs och enligt Woolnough (1994) har samma frågor varit uppe under decennier i Storbritannien. Han hävdar att i regel kan ett kollegium efter många diskussioner enas om en gemensam måldeklaration, men att mål och syften för ett försök inte kräver samma process och är därför enkla att infoga i instruktionen. Reid och Shah (2007) framhåller att laborationsbaserad problemlösning är annorlunda än algoritmiska övningar. De hävdar vidare att ett viktigt syfte till laborerande är att ett försök ska kunna erbjuda direkt koppling till teoribeskrivningen. Såna avgörande försök är emellertid inte lätta att finna/utveckla, alternativet är då att erbjuda studenterna många erfarenheter som tillsammans kan utveckla tänkandet åt rätt håll. Vidare refererar de till några studier i vilka laborationshandledningar från olika skolor analyserades. Det framgår att ungefär hälften av skolorna angav tydliga syften till försöken och att endast en skola angav lärandemålen. Man fann vidare att instruktionerna hos flera skolor handlade mer om försökens utförande än om vad studenterna

skulle få ut av försöken. De fann även att de mål som ”experter” valde för ett försök inte stämde med vad studenterna förväntade sig skulle hända och inte heller med vad som verkligen hände. Det förklarades med att studenterna inte var tillräckligt förberedda för att kunna tillgodogöra sig försökets avsikt och de hade dessutom inte tillräcklig erfarenhet av laborerande. I en studie hade studenter från olika nivåer före examen och efter avslutad examen utfrågats om laborationernas syfte ur studentperspektiv. Studenterna ansåg att de främsta syftena var stimulans till lärande och illustration av teorin, vilket författarna inte ansåg vara tillräckligt utbyte för att motivera den laborativa verksamheten i utbildningen.

Reid och Shah anser dessutom att många studenter inte läser instruktionsmanualerna eftersom de inte kan hantera det stora informationsflödet. Sammanfattningen av författarnas syn på huvudsyftena med laborerande beskrivs med fyra rubriker:

1. Färdigheter som hänger ihop med att lära sig kemi.
2. Praktiska färdigheter.
3. Vetenskapliga färdigheter (*handlar väl om samma sak som NOS*).
4. Allmänna färdigheter.

I kommentarerna till rubrikerna uttrycker de att det krävs en progression i kurserna så att varje student ska ha fått möjlighet att utveckla sig inom vart och ett av de fyra målen på vägen fram till grundexamen.

4.6. Prelab och postlab

Johnstones koncept för laborationer förordar en grundläggande lektion som genomförs före laborationstillfället och som omfattar den bakomliggande teorin, en genomgång av färdigheter samt en diskussion kring försökets genomförande (vad/hur/varför). Denna genomgång bör utformas så att studenternas motivation ökar; att de övertygas om att laborationen är mödan värd, att resultaten är viktiga och de innehåller väsentlig information. Genomgången kan bestå av en datorsimulering med vars hjälp genomförandets utformning och olika variablers betydelse för de ingående reaktionerna kan undersökas. Studenterna kan därigenom inför försökets genomförande göra klart för sig vad som är de viktiga observationerna och även bekanta sig med teoribildningen som krävs för att bearbeta observationerna. En viktig

konsekvens av prelab, enligt Reid och Shah (2007), är att laborationsinstruktionen kan kortas ned i omfattning. Vidare att den kognitiva kapaciteten för förståelsearbetet ökar, eftersom prelab omfördelar informationen så att overload i arbetsminnet undviks. Förståelsetester i fysik har visat att prelab ökar förståelsen med 11%, medan studenternas attityder till fysikämnet förbättrades ännu mer (Johnstone, 1998). Prelab ökar påtagligt möjligheterna för kemistudenterna att tillgodogöra sig ”open-ended” laborationer, enligt en studie av Reid (2008)

Johnstone och hans medarbetare infogade postlabs, efterdiskussioner, i anslutning till laborationspasset. Målet var att starkare koppla det som erfarits under arbetet till den aktuella teorin. Genom att studenterna, i en postlab-övning, själva får konstruera ett liknande fast mindre försök än det som just hade utförts kan de utveckla teoriförståelsen och känslan för hur man utformar ett försök. Laborationer som bygger på att man varierar olika försöksvariabler (till exempel att bestämma en reaktions reaktionsordningen i kinetiken) producerar mätvärden som ska tolkas. De olika laborationsgrupperna tilldelas olika värden på försöksvariablerna och samlar in mätvärden utifrån förutsättningarna. Postlab erbjuder studenterna att i diskussion med assistenterna få hjälp att tolka ut så mycket som möjligt av informationen som är inbäddad i de olika försöksutfallen. Reid och Shah (2007) tillägger att postlabdiskussionerna skulle kunna ersätta laborationsrapporten i dess nuvarande utformning.

Den ökade medvetenheten om att redan inhämtad kunskap är viktig för bearbetningen av den nya informationen/observationerna bidrog till att varje tio timmars block i kursen inleddes med en prelect, förlektion, och avslutade med en postlect, efterlektion. Dessa skulle visa studenten hur olika bitar i kursen kopplar till varandra. Guidning om helheten avsågs utveckla studenternas förmåga att förstå hur det nya kopplar till redan lagrade kunskaper. Dessa lektioner är en direkt logisk följd av användandet av prelab och postlab. Reid (2008) redogör för en undersökning på en universitetsutbildning med 200 kemistudenter per år. Två årskullar erbjöds prelect under utbildningens introduktionsår följt av tre årskullar utan användning av prelect. Man fann inte särskilt stora skillnader vid jämförelser mellan årskullarnas prestationer när det gällde de högpresterande studenterna. Man fann däremot att de lågpresterande hade nästan lika bra resultat som de högpresterande åren då prelect erbjöds men klart sämre åren utan prelect.

4.7. "Nature Of Science"

Naturvetenskaperna beskriver sig oftast som experimentella vetenskaper, de fysiska redskapen, experimenten, har haft avgörande betydelse för hypotesers fortsatta existens, och därmed även haft betydelse för vägvalet inför fortsatta undersökningar. Experimentet konstrueras för att testa hypotesen och kan vid testandet generera en ny hypotes. De fysiska och de intellektuella redskapen samverkar ständigt i utvecklingen av vetenskaperna. En hypotes kodas i verbala representationer. Hypotesen kan innehålla en kedja av accepterade begrepp vars inbördes ordning lett fram till en invention, men det kan också vara den stödjande kedjan ihop med något nytt som givit den nya tanken (Vygotskij, 1930). Gemensamt för varje komponent i hypotesen är att de samverkar konsistent med verkligheten vilket verifieras i en undersökning med användning av fysiska redskap (experimentet).

Om hypotesen överlever testning leder den till ett behov av nya begreppstermer som uttrycker en differentiering gentemot de existerande termerna, denna utveckling ingår i språkets typologiska funktion. (En personlig reflektion är att det vardagliga livet använder ett flexibelt språk vars vokabulär ofta har en begränsad livslängd. Naturvetenskapen medierar ofta ett begrepp utifrån ett vid tillfället vardagligt ord. Alla framgångsrika begrepp från tidigare sekler som fått "evigt liv" är de som elever ska lära sig idag. Det naturvetenskapliga språket kan ge intryck av att naturvetare fortfarande lever i en 1800-tals miljö.)

Den typologiska funktionen hos språket ger precision hos en begreppsterm för den invigde, för den oinvigde ger termen initialproblem att se nyanserna i de olika begreppstermerna samt att bli varse det relevanta innehållet i var och en av dem. För att kunna ta emot meningserbjudandena i den vetenskapliga beskrivningen av världen och kunna se den refererade verkligheten är det av stor vikt att behärska de språkliga verktygen. En ytterligare konsekvens vid användandet av dessa begreppstermer i kommunikationen är den ökade harmoniseringen av individernas sätt att tänka (på gott och på ont).

4.7.1. Betydelsen av studenternas bild av naturvetenskap

I en undersökning som sorterar under EU projektet "Labwork in Science Education" beskriver Séré *et al.* (2001) hur man lät eleverna/studenterna arbeta med fyra frågor/exempel bestående av konstruerade laborationsresultat för att kartlägga hur gymnasielevs och universitetsstudenters attityder till naturvetenskapen påverkas av laborationerna. Frågorna syftar till att respondenterna ska vara tvungna att ta ställning samt bedöma och motivera sina ställningstaganden kring varje exempel. Svaren avgjorde var deltagarna placerades in i ett x-y diagram i vilket axlarnas ändpunkter representerade tro på data – tro på teori och verkligheten överensstämmer med de vetenskapliga modellerna – verkligheten är skild från de vetenskapliga modellerna. Man fann att eleverna/studenterna varierade grunderna för sina ställningstaganden beroende på frågan och kontexten, att lärare ska vara varsamma i sina bedömningar av svaren på dekontextualiserade frågor eftersom svaren bygger på tidigare kunskaper och memorerade exempel när kontext saknas.

Många elever saknar insikt i hur de bör använda vetenskapligt argumenterande eftersom detta oftast inte demonstreras med nuvarande undervisningsmetoder. För att hjälpa dessa elever föreslår Séré och medarbetare att eleverna ges övningar som demonstrerar hur teoretiska frågor påverkar den experimentella utformningen, eller hur valet av mätinstrument påverkar utfallet då en storhet bestäms med indirekta mätningar. Vidare att då förhållandet mellan teori och data varierar mellan olika ämnesdiscipliner, mellan olika underdiscipliner och olika situationer, bör dessa relationer undersökas av eleverna med bedömningar och argumentation i verkliga situationer för att uppmuntra elevernas kritiska tänkande. Författarna hävdar att de utvecklade övningar, anpassningsbara för olika ämnen och avsnitt, som aktiverar eleverna att reflektera över de bakomliggande tankarna för en laboration.

Det är alltså inte ovanligt att studenter uppfattar naturvetenskaplig kunskap som absolut sanning. Lederman (2006) pekar på att studenterna ofta saknar kunskaper om betydelsen av kreativitet, modelltänkande, hypoteser, teorier och lagar för naturvetenskaplig kunskapsförädling. Författaren menar att dessa bristande insikter i sin förlängning ger problem för de lärande att förstå hur teori och experiment utpekas av varandra och hur de styr varandra i någon riktning. I Ledermans lista på viktiga kunskaper för förståelse av Nature Of Science anges:

1. Att förstå den avgörande skillnaden mellan observation och slutsats
2. Att förstå skillnaden mellan naturvetenskapens lagar och teorier
3. Att naturvetenskaplig kunskap/"sanning" utgörs av den för stunden mest accepterade verbala förklaringen, baserad på fantasi och kreativitet, vilken ger relevanta fakta sammanhang.
4. Att naturvetenskaplig kunskap/"sanning" är subjektiv och teoristyrd. Personligt tyckande och personlig teoribakgrund utvecklar kunskapen i någon riktning. Erkännandet från omgivningen ges också av individuella tyckanden och individuella teoribakgrunder.
5. Att naturvetenskaplig verksamhet sker i en kultur och att aktörerna är formade av samma kultur
6. Att naturvetenskaplig kunskap/"sanning" aldrig är absolut eller slutgiltig
7. Att bilden av naturvetenskapen och naturvetenskaplig undersökning är inte samma sak

Utbildningen bör stärka studenternas förståelse av dessa punkter för att öka möjligheten att den studerande tillägnar sig den naturvetenskapliga kunskapen på ett meningsfullt sätt. Enligt Lederman finns ett starkt stöd i forskningen att studenternas förståelse av ämnet stärks av ett naturvetenskapligt undersökande arbetssätt. Under rubriken "Future Directions" uttrycker Lederman samma sak än tydligare; "*explicit, reflective instructions*" samt "*doing science*"!

4.8. Betydelsen av laborationens utformning

Laborationen lär studenterna att ur observationer om världen dra slutsatser om densamma framhöll Edgeworth & Edgeworth redan 1811 (Lunetta, 1998). I mitten av 1900-talet användes laborationerna främst för uppöva labfärdigheterna (Arzi,1998). Studenternas uppfattning om laborationens mål stämde ofta inte överens med lärarens mål för försöket (se tidigare argument). En delförklaring skulle kunna vara det som kognitionspsykologin kallar scripts (Lundh, Montgomery och Wærn , 1992). Ett script är en erfarenhetsmodul bestående av generalisering av skeendesequenser i ett visst sammanhang (Jfr med schema på sidan 69). Lundh *et al.* ger som exempel att vid ett restaurangbesök bär restauranggästen med sig en erfarenhetsmodul som innehåller en förväntan på skeendet från det man blir anvisad ett bord till det att notan har betalats. Studenterna kan ha utvecklat erfarenhetsmoduler från tidigare

skolnivåer som vägleder dem i den nya situationen på högskolenivån. En anledning att studenterna följer gamla erfarenhetsmoduler är att man på den akademiska nivån ofta förutsätter att studenterna vet vad laborerande innebär och därför missar att presentera vad som förväntas av studenterna under den aktuella laborationskursen. En väg att förebygga förutfattade meningar är att man använder olika tillvägagångssätt/laborationsstilar i de olika försöken.

Domin (1999) presenterade en taxonomi för laborationsstilar som utgår från tre deskriptorer; resultat, synsätt och tillvägagångssätt. Resultatet delas in i förutbestämt och oförutsett, synsättet delas in i deduktivt och induktivt och slutligen instruktion delas in i tilldelad instruktion eller elevformulerad instruktion. Domin definierade därefter laborationsstilar som beskrivande (expository), undersökande (inquiry), upptäckande (discovery) och problemlösande (problem-based).

Laborationsstil	Deskriptor		
	Resultat	Synsätt	Instruktion
Beskrivande	förutbestämt	deduktivt	tilldelad
Undersökande	oförutsett	induktivt	elevformulerad
Upptäckande	förutbestämt	induktivt	tilldelad
Problemlösande	förutbestämt	deduktivt	elevformulerad

Figur 10. Olika laborationsstilars experimentella förutsättningar.

1. Beskrivande laboration (traditionell laboration, kokboksutformad laboration) är den vanligaste varianten. Hela undersökningen styrs av läraren, resultatet kan förutsägas. Avsikten är att eleverna med användandet av en given procedur förbättrar förståelsen genom att tillämpa, den från undervisningen och självstudierna, inhämtade teorin. Utfallet från försöket jämförs med förväntat utfall och förväntas visa att teorin beskriver fenomenen så som de uppenbarar sig under försöket. Utformningen visar främst organisatoriska fördelar, resurser till utrymme, material och personal minimeras. Kritikerna (se nedan i texten) hävdar främst att utformningen ger liten betoning på tänkande, är ineffektiv beträffande begreppspåverkan och förmedlar en felaktig bild av vetenskapligt experimenterande.

Enligt Stewart (1988) lägger studenterna mer tid på att avgöra om de får rätt resultat än att tänka på planering och organisation av försöket och laborationens bakomliggande naturveten-

skapliga principer (Nature of Science) som ägnas för lite tid. Det avsätts för lite tid för djupare tankeverksamhet och därmed minskar de mentala kopplingarna mellan försöket och redan tillägnade relevanta kunskaper, kopplingen av syftet med försöket till sitt sammanhang och försökets betydelse för det egna lärandet. Utformningen av arbetet aktiverar endast lägre kognitiva nivåer. Johnstone & Al-Shuaili (2001) kommenterade arbetsstilen med *"it has been designed so that students spend more time determining if they have obtained the correct results than they spend thinking about planning and organising the experiment."* (p.46) Hofstein & Lunetta (2003) menar emellertid att laborationer generellt berikar den naturvetenskapliga begreppsbildningen genom att främja undersökning, intellektuell utveckling, problemlösningsfärdigheter och bearbetningsfärdigheter.

2. Undersökande laboration är den beskrivande laborationens motsats vad beträffar deskriptorerna - det saknas förutbestämt resultat, studenterna ska själva konstruera ett försök som med mätningar och observationer levererar de data ur vilka de ska finna för dem tidigare okända samband. Jämfört med beskrivande laborationer är undersökande arbetssätt mer involverande, mindre styrande och lägger mer ansvar på studenterna att avgöra utförandets utformning. Trots likheter med forskningens undersökande arbetssätt är det inte detsamma, i undervisningen skall försöket ge resultat som stämmer med tidigare kända kunskaper men det är inte fallet i forskningen. Undersökande laborationer har en positiv inverkan på attityden för ämnet, men det kognitiva utbytet är inte givet. Vid tidigare misslyckanden fann man att lärarna förutsatte formellt operativt tänkande hos eleverna istället för att försöka utveckla det hos dem. Tamir & Lunetta (1981) fann att metoden i sin utformning hindrade eleverna att praktisera och utveckla undersökningsfärdigheter såsom att formulera egna forskningsproblem och hypoteser, planera försök samt fastslå de experimentella begränsningarna. Andra hävdade att man fokuserade för mycket på den vetenskapliga processen istället för det vetenskapliga innehållet. Snarlik kritik anges av Kind och Kind (2007), de framhåller att lärare försöker hjälpa eleverna att få positiva upplevelser genom att förse eleverna med detaljerade instruktioner som ska leda försöket till det avsedda målet vilket talar för att deras missriktade välvilja uppfattas negativt av eleverna som bör känna sig lurade på sin utlovade experimentella frihet. Deras förslag att lärarna istället skulle anta konstnärens perspektiv och låta eleverna få leva ut sin nyfikenhet och genomföra sina idéer på ett sätt som kan misslyckas men som kan ge så mycket positivt när det lyckas och som även har ett förståelsevärde vid misslyckande om läraren hjälper eleverna att förstå misslyckandet.

3. Med upptäckande arbetssätt eller guidad undersökning beskriver läraren för studenterna hur de ska genomföra försöket. Lärarens mål med laborationen är att de ska upptäcka de fakta med vilka de kan hitta sambanden som var avsikten med laborationen. Genom att uppleva ett fenomen på detta speciella sätt har studenterna möjligheter att utveckla en allmän förståelse för de bakomliggande principerna. Hodson (1996) framhåller att den induktiva inriktningen innebär lärande genom direktkontakter med fenomenen. Om man därigenom kommer fram till en förklaring själv får det högt motivationsvärde. I dess tidiga utformning fanns hos en del användare av arbetssättet en förväntan att eleverna själva skulle kunna utforma tillvägagångssättet.

Förutom användandet av elevutformad metod avsåg Armstrong, en av initiativtagarna, att studenterna dessutom skulle formulera och undersöka sina egna frågor vilket enligt Domins definition av laborationstaxonomi tycks vara detsamma som undersökande laborationer. Kritiken mot laborationer utan given instruktion är framförallt att de är tidsödande jämfört med beskrivande laborationer. Hodson (1996) anser dessutom att upptäckande laborationer är pedagogiskt ogenomförbara; ”*Man kan inte upptäcka något som man inte är begreppsligt förberedd för. Man vet inte var man ska söka, hur man ska söka eller hur man ska upptäcka det när man har funnit det.*” (jfr Menons klassiska paradox i sitt samtal med Platon (Marton och Booth, 1997)) När instruktionen pekar ut det önskade resultatet är det diskutabelt om upptäckande lärande är en korrekt benämning. Det är också stor risk att så fort någon under laborationspasset upptäcker den avsedda principen så kommer denna information att sprida sig till de andra - då övergår aktiviteten att bli beskrivande för övriga studenter.

4. En problemlösande laboration beskrevs redan för 100 år sedan av Smith & Hall (1902) på följande sätt, ”studenterna uppmuntrades att använda sin begreppsförståelse för att besvara frågor till vilka de inte hade några svar”. Assistenten har en aktiv roll genom att, formulera frågor, plocka fram undersökningsmaterial, övervaka på avstånd att studenterna lyckas besvara de givna frågorna framgångsrikt. Den övervakande rollen innebär att studenterna gör sina val beträffande hur undersökningen ska genomföras och assistenten endast griper in när det ställs frågor eller när studenterna uppenbart gör felaktiga vägval i undersökningen. Studenterna utformar proceduren och beskriver den ihop med erhållna resultat och slutsatser i sina rapporter. Man koncentrerar sig mer på utveckling av testbara hypoteser än att få korrekta resultat, Young (1957).

Battino (1960) utvecklade en variant med vilken han startade laborationen ihop med studenterna och tillsammans diskuterade de sig fram till försökets arbetsprocedur. Stilen påminner om verkligheten; problemet kommer först och representerar starten för en undersökning som ska leda till ökad kunskap. Det presenterade problemet är ett påstående som saknar viktig information, studenterna omformulerar problemet med egna ord och gör vägval som resulterar i ett tillvägagångssätt som ska leda dem fram till den saknade informationen. Metoden kräver att de tänker igenom vad de gör och varför de gör det, inslagen av krävande kognitivt arbete är återkommande. Det krävs att studenterna redan känner till de begrepp som ingår i försöket.

För var och en av de tre icke-traditionella stilarna finns det undersökningar som visar att studenternas förståelse för experiment och teori stärks jämfört med den beskrivande arbetsstilen (Domin,1999). Flertalet av undersökningarna använde enbart studenternas självvärderingar som grund för dessa slutsatser. Bodner, Hunter & Lamba (1998) genomförde mot denna bakgrund en kontrollerad studie där man jämförde upptäckande laborationer med beskrivande laborationer. Med åberopande av ett antal förbryllande variabler avstod de emellertid att dra några slutsatser från studien angående studenternas lärande.

Domin refererar andra jämförande studier som hittade kortsiktiga skillnader mellan de olika stilarna men vid undersökning av långtidseffekterna hittade man inga signifikanta skillnader. Domin föreslog att man ska undersöka vilken stil som ger bästa kunskapsutbyte beträffande: begreppslig förståelse, bestående ämneskunskaper, färdighet i vetenskapligt resonering, higher-order cognition, manipulativa laboratoriefärdigheter, bättre vetenskaplig attityd och en bättre förståelse av vetenskapens väsen (NOS).

*”Begrepp som **inquiry**, och särskilt **discovery**, antyder att eleverna själva ska **upptäcka** naturlagarna. Vi ser att bakom detta synsätt ligger en positivistisk syn på vetenskapen, nämligen att våra observationer är oberoende av teori, och att de närmast med nödvändighet leder till de rätta generaliseringarna i form av vetenskapens begrepp och teorier. ...//... låta elever rulla kulor på ett Poängen är naturligtvis att lagbundenheterna inte **upptäcktes**, de snarare **uppfanns**. De konstruerades genom att Newton uppfann bestämda begrepp...//... Av exempel som detta ser vi att föreställningen om eleven som **upptäcker** naturlagarna baseras på en syn på vetenskapens väsen som i dag har övergetts.”* (Sjøberg, 2000, s. 388-389)

Undersökande och upptäckande strategier verkar inte utgöra några givna ersättningar till beskrivande arbetssätt. Litteraturen anger att en variation i arbetssättet ökar elevernas engagemang, vilket talar för att en laborationskurs kan dra fördel av att varieras, genom

användandet av olika strategier vid olika laborationstillfällen. (Mina erfarenheter från studenters laborerande på Högskolan i Halmstad antyder att studenterna uppskattar variation i arbetssättet) Eftersom tillvägagångssättet vid en laboration inte rutinmässigt kan användas vid nästa tillfälle borde en sådan blandning tilltala studenterna ur perspektivet en kognitivt stimulerande väg.

En högt prioriterad uppgift för naturvetenskapen är att förklara och förstå världen. Därför är det viktigt att låta studenter observera, hantera och manipulera kemiska försök på egen hand. ”Hands on” är inte bara för att kunna diskutera information och idéer utan också för att utveckla studenternas förståelse för det naturvetenskapliga förhållningssättet (NOS). Laborativa inslag är generellt mycket populära bland studenterna, visar de flesta undersökningar. Idén med att använda ”frihetsgrader” för att beskriva huruvida laborationsproblematiken, genomförandet och slutsatsen är öppna eller givna (Herron, 1971) har blivit mycket använd.

Den mest använda och utforskade undervisningsmetoden, med konstruktivistisk grundsyn, är Kooperativt lärande enligt Herron och Nurrenbern (1999). Elever arbetar tillsammans i grupp för att nå sina lärandemål. Herron och Nurrenbern refererar en undersökning i vilken Johnson & Johnson med hjälp av meta-analys fann att studenter som arbetade kooperativt lyckades mycket bättre vid efterföljande kunskapstest (ungefär +0,7 standardavvikelse) än de som samarbetade konkurrerande. De senare presterade i sin tur aningen bättre än de elever som arbetade individuellt. Meta-analys på studier med problemlösning som fokus visade en stark indikation på att den ”koncurrerande” gruppens individer utvecklade bättre problemlösningsfärdigheter än den kooperativa gruppen (Ibid.).

En studie av Dinan och Frydrochowski (1995) använde en variant av kooperativt lärande där 10 minuters mini-tester användes efter att eleverna bearbetat dagens kunskapsmål kooperativt i diskussioner. I slutexamen presterade försöksgruppen bättre än tidigare omgångar av elever och dessutom rapporterades att man hann med en utvidgning av kursen. Vad har det här med laborationer att göra? Arbetssättet används även i laborationssituationer. Okebukola & Ogunniyi (1984) har jämfört elevgrupper indelade i samma tre kategorier av arbetssätt: kooperativt, konkurrerande och individuellt arbetssätt.

In the cooperative learning structure, the students were informed that their goal was to learn together; they were to share and help each other understand the material;

they should discuss and list their ideas together and make decisions by consensus, and they should seek help and assistance primarily from each other rather than from the teacher. Students in the competitive condition were told that their goal was to learn the material better than the other students in the group; they should not discuss their ideas with other students and should study independently. The individual rather than the group competition employed implied that each student had a set of laboratory materials with which to work. They, however, had to compete among themselves within the group for first, second, and third places during each lesson. In the individualistic condition, students were instructed to work on their own, avoiding interactions with other students, seeking help and assistance from only the teacher, working at a self-regulated pace, and completing as much of the assignment as possible. The students in this group did not have to compete among themselves as a preset criterion of excellence in respect of each task was used to evaluate each student's performance. The teacher praised and rewarded each student on the basis of his or her performance compared to the preset criteria. (p.879).

Deras slutsatser grundades på ett antal uppställda nollhypoteser. Kooperativt laboratoriearbete förbättrade den kognitiva prestationsnivån, framförallt gagnades duktiga elevers prestationsnivåer av samarbete i grupp. Att låta lågpresterande elever arbeta tillsammans med högpresterande höjde prestationen hos de lågpresterande och de presterade bättre i en kooperativ än en konkurrerande miljö. Slutligen, den konkurrerande gruppen utvecklade sina praktiska färdigheter bättre än övriga grupper. I studien ingick 1025 elever i årskurs 9 från 12 slumpvis utvalda skolor i Nigeria.

Utan alltför stor insikt i förhållanden i Nigeria kan man förvänta sig att eleverna i studien har en helt annan livssituation än elever i västvärlden. Förmodligen har samarbete en stark grund i kulturen, att man som i många andra u-landskulturer utför sysslor tillsammans, att arbeta ensam är ett utanförskap, att man skaffar sig information genom samtal med jämlikar och att respekten för överheten är stark och därför tvekar att ställa frågor till lärare.

Enligt tidigare beskrivning arbetar kemistudenter på Högskolan i Halmstad (HH) och Göteborgs Universitet (GU) i grupper om två. När ett "par" ska genomföra en laboration innebär detta indirekt att de har fått ett gemensamt lärandemål. De genomför arbetet gemensamt och diskussionerna får karaktären av kooperativt arbetssätt eftersom studenterna delar med sig av sin information för att i diskussionen få ny information i utbyte. Det finns ingen uttalad kooperativ strategi. Laborationen ska resultera i en laborationsrapport som ska spegla kunskapsutbytet från laborationen vilket motsvarar mini-testet så diskussionen får samma karaktär som i ovanstående studie.

Med Domins taxonomi är GU laborationerna "beskrivande" men kompletterad med frågor som syftar till att studenterna med egna ord ska förklara delar av försöket som de just har

utfört, en komplettering som för laborationen närmare att bli kategoriserad som ”upptäckande”.

I ljuset av att texter har dominerat den västerländska kulturen i sekler är det naturligt att forskningsdiskussionerna kring laborationerna hela tiden utgår ifrån vad de kan bidra med i den verbala världen, såsom i en skriftlig tentamen. En majoritet bland semestrande medborgare fotograferar så mycket de kan under resan för att sedan visa för sig själv och sin omgivning. Bilderna förmedlar många sorters information till den som inte besökt samma miljöer, en informationsförmedling som en text skulle ha problem att förmedla lika omfattande, utan att mottagaren skulle få problem med mottagningen. Trots att mottagaren innan fotovisningen kanske inte hade någon kunskap om den aktuella platsen, kan fotografierna ge en ganska klar bild om platsen. Om mottagaren senare planerar en resa någonstans i världen kommer denne inte att välja bort den fotobeskrivna platsen såsom redan avklarad, tvärtom anser mottagaren att ett besök på platsen skulle kunna ge så mycket mer information genom egna upplevelser, information som varken texter eller bilder förmedlar; värmen, luftfuktigheten, ljuset, färgerna, dofterna, tempot, mötena med främmande kulturer för att nämna några tänkbara intryck. Om mottagaren tidigare semestrat på en främmande plats är ett tänkbart alternativ att stanna hemma eftersom mottagaren redan har upplevt EN främmande miljö. Den tanken har sannolikt inte slagit många som funderar på att ”resa bort”. I perspektiv av tidigare resor, kan ny information från nya resmål ytterligare underlätta förståelsen av världen och också bidra till bättre förståelse av nya främmande situationer. Efter hemkomsten berättas alla minnen och samtidigt visas foton för omgivningen, det mesta av vad vederbörande lärt sig om världen förblir dock osagt (tacit knowledge). Den kunskapen kommer endast fram vid ytterligare besök i världen, vid planeringen av vilka platser som skulle vara av värde att besöka i framtiden och när man försöker förstå nyheterna från omvärlden. Om lärandet i laboratoriet till stor del bygger på vad som kommunicerats eller som kan kommuniceras borde väl sannolikt lärandet från utlandsresor vara beroende av om man kan tala det lokala språket eller ej?!

4.8.1. Domins taxonomi tillämpad på resenären.

Deskriptorn Synsätt syftar på att teorin antingen är beskriven och ska konfirmeras i ett försök, eller också genomförs ett försök som ska kunna generaliseras som en teori. Resenären i Paris reser alltså iväg till Louvren antingen för att skriftligen konfirmera att beskrivningen av

Louvren stämmer eller för att själv hitta information som han sedermera ska använda till en skriftlig dokumentation av Louvren som stämmer med de beskrivningar han inte har fått läsa. Deskriptorn Instruktion innebär att följa en beskrivning eller att konstruera en procedur själv som ska dokumenteras. Nu ska resenären antingen lita på att vägbeskrivningen till Louvren stämmer eller också ska han själv hitta vägen och sedan skriva en vägbeskrivning. Deskriptorn Resultat anger antingen att studenterna får veta i förväg vilka samband som söks eller också beslutar de själva om vilket samband de vill bestämma. Resenären får veta att Louvren finns och vad det innebär ska han själv ta reda på, alternativt ska han ta sig till en plats och skaffa ledtrådar som t.ex. ska leda honom fram till att han är på Louvren. I samtliga fall handlar det om att studenterna gör något och resultatet av laborationen bedöms främst från vad som framkommer i en muntlig eller skriftlig redovisning efteråt. Deskriptorerna för att beskriva de olika laborationerna handlar mest om vad som är mätbart och vad som kan uttryckas i ord, om resenären skulle avgöra sina resplaner med deskriptorerna som grund för sitt beslut skulle han förmodligen stanna hemma. Resan motiveras troligen av allt det subtila liggande mellan deskriptorerna. Att man mäter det som är mätbart leder kunskapen om laborationen i undervisningen framåt men ska sannolikt användas med försiktighet när man uttalar sig om det som inte metoderna mäter. Herrons frihetsgrader beskriver ungefär samma sak som Domins experimentella laborationsstilar. Min tolkning är att verklighetsupplevelsen kanske har kvaliteter som har större betydelse för studenterna än hur laborationen är organiserad och specificerad. I den här studiens videosekvenser på laboratoriet visade det sig tydligt att det var framförallt de många stegen i försöksproceduren som påverkade kvaliteten på studenternas diskussioner med varandra. Studenterna diskuterade utförandet istället för att diskutera de i försöket ingående kemiska reaktionerna. Huruvida de hade kognitivt utrymme att tänka på de kemiska fenomenen under arbetet kan knappast avläsas från en videoupptagning.

Istället för att diskutera den organisatoriska delen finns det studier som fokuserar på det speciella med laborationen - att observationerna från verkligheten erbjuder möjligheter att låta dessa samverka med varandra och med teorin. Lunetta (1998) föreslog att studenterna skulle förses med konkurrerande hypoteser som får stöd eller förkastande genom studenternas eget argumenterande med hjälp av sina insamlade data. Det betyder att studenterna tar del av varandras data och värderar vad dessa har för information, att man varierar olika storheter i de olika gruppernas utförandeprocédur och därefter, med all data tillgänglig, tolkar de olika faktorernas roll och påverkan på utfallet. Millar (1989) framförde i sin artikel liknande kritik

som den som anförts här tidigare, att det inte är hur studenterna utför laborationen som är det kritiska, det är vad de får ut av laborationen. Han understryker i artikeln att laborerande är viktigt, men för att det ska få ett kognitivt värde måste studenterna tolka och bedöma försöket ur ett vetenskapligt perspektiv; förklarande och inte beskrivande. Med argumenterande ska studenterna nå konsensus i en egen förklaring av försöket i ljuset av vetenskapens idéer. Woolnough & Allsop (1985) föreslog en laborationsindelning i övningar (excercises), undersökningar (investigations) och erfarenheter (experiences). Övningar innebär att öva laborationsskicklighet, användandet av utrustning och apparater. Undersökningar innebär att arbeta som problemlösande vetenskapsmän medan erfarenheter innebär att studenterna genom egen praktisk verksamhet uppövar en känsla för fenomen och allmänna iakttagelser som kan förstärka argumentationen i efterföljande kunskapsutvecklande diskussioner. Alltså, vi söker fokus på handlag, fokus på att se om teorins förutsägelser uppfylls i försöket och fokus på om upplevelserna av försöket kan förtydliga den teoretiska beskrivningen. Detta är indelningar som varierar rollerna för teori och praktik, samt klargör syftet med försöket för studenterna. I sin förlängning kan detta arbete hjälpa studenten att acceptera och förstå teorin. För att en förklaring ska accepteras av vetenskapsvärlden som ny/fördjupad kunskap om ett fenomen, krävs att diskussioner av de empiriska resultaten leder fram till samförstånd. Millar menar att det är en liknande process som får studenten att acceptera och ta till sig ny kunskap.

4.9. Blooms taxonomi och laborationens kognitiva kvalitet

Domin (1999) presenterade en undersökning i vilken tio olika laborationsinstruktioner för allmän kemi på collegenivå bedömdes utifrån Bloom's taxonomi. Taxonomin går från lägsta till högsta kognitiva nivå med beteckningarna Minneskunskap, Förståelse, Tillämpning, Analys, Syntes och Värdering. De första tre nivåerna graderas som låg-kvalitativt tänkande och de övriga som höggradigt tänkande. Domin fann att laborationerna mestadels bidrog till låg-kvalitativt tänkande och av diskussionen i arbetet framgår att han ser detta som ett problem. I sin syn föreslog han hur detta skulle kunna avhjälpas genom att man gör sig fri från laborationsinstruktionen och låter studenterna själva utforma sina försök. Domin's åsikt delas av många andra pedagoger engagerade inom samma område. Detta kan faktiskt vara ett

av problemen inom naturvetenskapen, eftersom det inte är Bloom's taxonomi som är objektet, det är tillämpningen av den. På sidan 51 skrevs: "Om man saknar erfarenheter och kunskaper fungerar inte perceptionsfiltret och då utsätts arbetsminnet för ett kaos av information vilket gör att personen med svårighet kan lära sig något." Denna mening grundade sig på Johnstone's "the laboratory is the place for information overload".

Naturligtvis är förhoppningen till laboratorieundervisningen att studenterna efter genomgången utbildning ska ha uppnått samtliga nivåer i Bloom's taxonomi, men Domin och de som delar hans åsikt uttrycker att man ska försöka nå dessa mål redan i den första laborationskursen. Med tanke på "information-overload" får begreppet "progression" nu en viktig roll. Ur det perspektivet bör man starta från "kokboks-nivån" och med progressionstänkande i utbildningens laborationsdel låta studenter utvecklas för att sedermera "ta fullständigt ansvar" för sin avslutande laboration. Taxonomin beskrivs som en trappa vilket antyder att man börjar på nedersta steget för att så småningom ta sig upp till översta steget. Inom idrotten utsätter man unga nybörjare som vill bli höjdhoppare lära sig grunderna med förhoppningen att de en dag ska klara av hopp i närheten världsrekordhöjder.

4.10. Betydelsen av laboratoriets utformning

I sin avhandling beskrev Britt Lindahl (Lindahl, 2003), utifrån sina intervjuer av elever, flickors negativa intryck av NO-salarna, "den tråkiga miljön". Flickorna menade att det skulle påverka deras arbete positivt att ha det fint och ordnat omkring sig. "*Hade man kunnat fixa det på nåt sätt... för att gå in i ett mörkt klassrum ... om det är svarta bänkar eller ... lite fönster eller nåt sånt eller det är kallt eller så, ... då vill man inte*" (s.118). Tyvärr har kemisalarna ofta inte ändrats mycket sedan von Liebig bidrog till deras utformning. Von Liebig grundade och konstruerade det första laboratoriet avsett undervisning 1824. Fokus för laboratoriets utformning var att bygga in hög effektivitet i det experimentella arbetet. Det var då provrörens, bägarnas och kolvarnas storlek avgjordes, det som idag uppfattas som "den naturliga storleken". Förmodligen är det tack vare denna genomgripande utvecklingen, med en "standardisering" av glasutrustningen som följd, som bidrog till att kemilaboratorierna etablerades tidigare inom kemiundervisningen än i fysik och biologi. I en brittisk skolinventering år 1900 fann man 669 kemilaboratorier, 219 fysiklaboratorier och 17 biologi-

laboratorier (Arzi, 1998). Arzi beskriver dessa kemilaboratorier på förakademisk nivå som billiga kopior av universitetslaboratorierna. Hon hävdar att laboratorier ansågs vara en självklarhet utan något klart syfte som argument. Hodson (1993) pekar på att det funnits en orealistisk förväntan att laborativt arbete i allmänhet skulle uppfylla olika undervisningsmål. Arzi menar att i regel är kursmålen för allmänt hållna och att om laborationerna effektivt ska bidra till att uppfylla kursmålen bör den önskade kunskapsförädlingen och karaktären av de praktiska aktiviteterna skrivas in i målen.

Hegarty-Hazel (1990) angav fyra anledningar till laborativ undervisning: att förvärva praktiska färdigheter, att utveckla intellektuella färdigheter genom tillämpning av naturvetenskapliga undersökningsstrategier, att underlätta naturvetenskaplig förståelse av teori och dess tillämpning samt att utveckla positiva attityder till ämnet och lärandet av detsamma. Arzi (1998) kommenterar syftena med att ända fram till våra dagar ansåg man att enbart uppövandet av praktiska färdigheter i sig motiverade laborationsundervisningen. Elevkommentaren i inledningen av avsnittet ska jämföras med när Arzi citerar Dewey från cirka 100 år tidigare: *”Om vi tänker oss en vanlig skolsal med dess rader av fula bänkar ordnade i geometrisk ordning, så tätt tillsammans att rörelseutrymmet blir minsta möjliga ... då kan vi förstå vilken den enda möjliga undervisningsaktiviteten är på ett sånt ställe.”* (min översättning. Dewey, 1899/1959, p.50). Den av von Liebig standardiserade laborationsutrustningen och fokuseringen på de praktiska färdigheterna, samverkade till att kemisalar och laboratorier gavs det utseende som kommenterades av grundskoleeleven. Kemiutrymmen försågs med svarta arbetsytor vilka inte visade upp för mycket av påverkan från kemikalieanvändningen. Laborationsutrustningen skulle enkelt kunna stivas undan därför sattes stora hurtsar in under arbetsytorna vilket hindrade eleverna från att sitta bekvämt. Kemikalierna skulle finnas tillhands under arbetet därför placerades hyllor för burkar och flaskor ovanför arbetsytorna vilket hindrade (ögon-) kontakt med studenter på andra sidan bordet. Inredningen utvecklades i syfte att effektivisera det praktiska arbetet, medan undervisning eller kommunikation mellan de laborerande gavs små möjligheter. Nu när förvärvandet av intellektuella färdigheter, naturvetenskaplig förståelse och positiva attityder ges ökad prioritering pekar Arzi (1989) på nödvändigheten och möjligheterna att med nytt tänkande och ny teknik anpassa laboratoriets utformning därefter. Hon redogör för exempel i vilka inredningen anpassats så att kommunikationen mellan student – student och student – lärare ökar, skapandet av större fria ytor anses dessutom bidra till en säkrare arbetsmiljö. Vidare, för att möta förmodade pedagogiska förändringar så dras kranar, avlopp, eluttag,

gasledningarna och Internetanslutningar, utom synhåll i taket eller i golvet, för att bygga in flexibilitet i laboratoriets utformning. Användning av skyddsplattor på arbetsytorna ersätter svart färg och kemikalieresistenta material i arbetsytorna vilket ger större frihet att skapa en stimulerande miljö i laboratoriet.

Trots att den analytiska kemin utvecklats så att den inte längre sätter undre gränser för laborationernas kemikalieanvändning har undervisningsvärlden ännu inte anpassat laborationsarbetet och infört en ny mindre storlek som standard. En förändring skulle med införandet leda till lägre kemikalieanvändning men också påverka undervisningslaboratoriernas utformning (exempel Colorado State University, Merrimack College och Högskolan i Halmstad). Exemplet använder sig av småskalighet i försöksutformningen, vilket innebär att vattenkranen ersätts av en sprutflaska, avloppet ersätts av en slaskbägare, eluttaget ersätts i försöken av batterier och gasledningarna för bunsenbrännare ersätts av mikrobrännare. Om man använder bärbara datorer kan de gå på batteridrift och trådlös anslutning har på senare tid underlättat att Internet används i laboratoriet. Småskalig utrustning kräver mindre lagringsvolym vilket minskar behovet av hyllor och hurtsar, vilket ökar elevernas kommunikationsmöjligheter och sittbekvämligheten vid arbetsplatsen. Som kuriositet kan nämnas att laboratoriepallarna, som lär ha utformats för att laboranterna snabbt ska kunna springa iväg vid olyckor, har ersatts av stolar eftersom användning av det mindre formatet minskar riskerna för allvarliga skador om något oförutsett inträffar.



Figur 11.
Småskalig destillation i vilken man recirkulerar kylvattnet

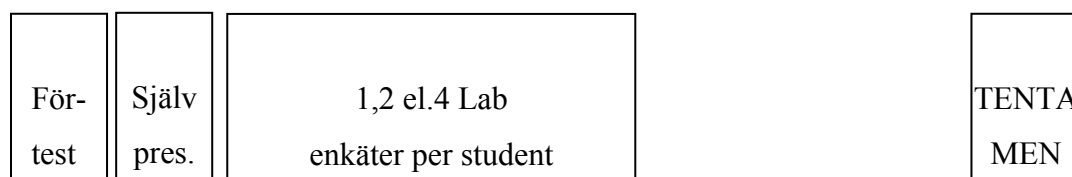
Kapitel 5. Metod

5.1. Design av studien

Årligen är det ca 500 studenter från ett stort antal olika utbildningsprogram, som läser kemi logistiskt uppdelade i omgångar med starter löpande över läsåret (1:a omgången läsperiod 1, nästa start Läsperiod ”1,5”, därefter Läsperiod 2 och slutligen 4:de omgången läsperiod 3). En misslyckad förändring av laborationskursen ansågs kunna leda till stora konsekvenser i systemet, därför tilläts studien endast att genomföra små kontrollerbara förändringar av laborationerna. Mätningarna genomfördes med hänsynen till verksamheten på den i huvudsak befintliga laborationskursen. Förändringarna i labkursen innebar att samma laboration genomfördes parallellt i två olika utförande, **MAKRO** som använde sig av traditionell utrustning och traditionella kemikalimängder samt **micro** som använde sig av microscale vilket innebär små kemikalimängder hanterade med utrustning anpassad till de mindre volymerna. Förändringarna infördes i tre steg: först (vt05) anpassades den s.k. Jonbytarlaborationen, året därpå (vt06) Alkaliniteten och senare på hösten (ht06) ytterligare tre laborationer Koppar, Syre/Hårdhet samt Oorganisk reaktionslära. Laborationerna plockades in i enkätundersökningarna efterhand som de ändrades med undantag för reaktionsläran som ändrades så att studenterna skulle kunna erbjudas att uteslutande laborera i microscale. Ungefär hälften av studenterna arbetade med den traditionella storleken (**MAKRO**) och hälften med den förminskade storleken (**micro**).

5.1.1. Metoder för att få svar på frågorna

Mina data utgörs av en kvantitativ och en kvalitativ del. Min kvantitativa undersökning innehåller data från enkäter insamlade dels vid kursstarten (ett förtest och en självpresentation) och dels direkt före och efter genomförandet av var och en av de förändrade laborationerna. Den slutliga utformningen av enkätstudien efter några tester:



Figur 12. Enkätinsamlingarnas fördelning över tiden i kursen, från kursstart till tentamen. Intervjuerna genomfördes företrädesvis så snart som möjligt efter genomförandet av jonbytarlaborationen.

Valet att använda både kvalitativ och kvantitativ undersökning grundar sig på förhoppningen att utgående från tolkningar av intervjuerna kunna formulera detaljerade beskrivningar och att dessa samtidigt skulle kunna visa viss generaliserbarhet med stöd av statistiken.

5.2. Urval

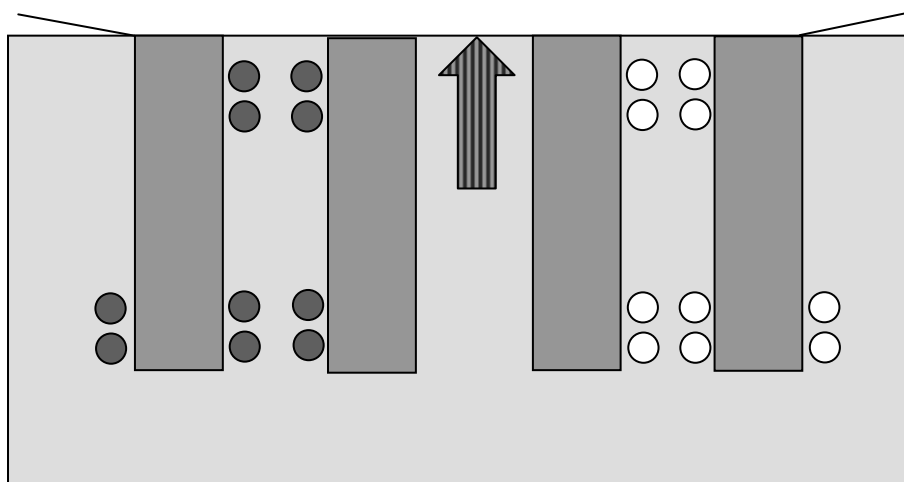
Huvuddelen av studenterna i studien, tillhörde huvudsakligen två, på varandra följande, årskullar av det Marina programmet (MP), under deras första akademiska kemikurs, och de kan beskrivas som att ha fått kemin på köpet. Jämförelser mellan programmen visar att MP-studenterna har lägre tentamensresultat i kemi än studenter vid flertalet av de andra programmen. Att MP studerades grundar sig ursprungligen på organisatoriska skäl givna av Institutionen för Kemi. En sista datainsamling riktade sig mot bl.a. Apotekarprogrammet i avsikt att inkludera studenter från program med högre tentamensresultat och kanske med andra attityder till kemiämnet. Eftersom dessa studenter i hög grad lämnade in ”blankt” vid det ordinarie tentamenstillfället minskade värdet av den datainsamlingen

5.2.1. Kontroll över parametrar gällande micro -MAKRO

Förhoppningen att kunna påvisa skillnader mellan studenters värderingar beroende på om de arbetat i **MAKRO** eller **micro** krävde speciell design av genomförandet. Eleverna skulle inte påverkas av utrustningen eller av instruktionen. Av naturliga skäl var microutrustningen nyare än den för MAKRO vilket föranledde att det lades tid på att fräscha upp MAKRO utrustningen för att undvika att utrustningens utseende skulle påverka studenternas attityder. MAKRO- och micro-instruktionerna är i det närmaste identiskt skrivna för att språkliga olikheter inte skulle påverka utfallet i studien. Endast detaljer i utförandebeskrivningen skiljer i texterna beroende på den laborationsstorlek som avses. Indelningen i MAKRO- och micro-användare skedde slumpvis, hänsyn togs endast till vilka studenter som ville bilda laborationspar. Att använda mappar med röd eller blå färg och låta varje laborationspar själva välja en färg var misslyckat, paren valde konstypiskt. Den metod som fungerade var att assistenterna delade ut gula eller gröna lappar till varje laborationspar. Varken assistenter eller

studenter visste om färgerna betydde MAKRO eller micro. Det var bara den som delade ut laborationsinstruktionspärmarna som visste vilken storlek färgerna symboliserade. Den ena färgen innebar alltså att laborationsinstruktionerna var i MAKRO den andra att instruktionerna var i micro. Alla studenter hade samma tid från kursstart till tentamen på sig att studera, alla erbjöds samma undervisning av samma föreläsare, alla använde samma lärobok och alla hade samma assistenter för de olika laborationstillfällena och utförde laborationerna med samma laborationsutrustning (olika för MAKRO och micro). Det var naturligtvis omöjligt att kontrollera om detta gällde i praktiken, men det bör vara en bra approximation att konstatera att avvikelserna var få. Vid sista insamlingstillfället arbetade två vikarier istället för ordinarie övningsassistenter på grund av yttre omständigheter.

För att de som genomförde laborationen i MAKRO och de som genomförde laborationen i micro inte skulle påverkas av olika assistenter eller att assistenten gjorde två olika genomgångar för grupperna hade grupperna gemensamma genomgångar med samma assistent. MAKRO arbetade i ena halvan av laboratoriet och micro i den andra halvan under ledning av samma övningsassistent.



Figur 13. Laboratoriet sett från ovan. Vita cirklar representerar studenter som arbetar i micro, mörka cirklar studenter som arbetar i MAKRO. Pilen symboliserar att PRELAB och POSTLAB genomfördes gemensamt för micro och MAKRO av en gemensam assistent

5.2.2. Insamlade data

I studien samlades en omfattande datamängd in både i Halmstad och Göteborg; enkäter, labfilmer och intervjuer. Syftena med omfattningen var dels att träna, dels att eventuellt jämföra HH med GU och dels för att ha fullständigt material från varje insamlingsperiod. Dataomgångar som dels är från Göteborg och som dels genomfördes enligt planerna, utan att planerna stördes av yttre faktorer samlades in vid tre tillfällen vårterminen 2005 (vt05),

vårterminen 2006 (vt06) och höstterminen 2006 (ht06).

Tabell 1. Data som ligger till grund för analyserna.

Omg	Σ_{tot}	Σ_k	Σ_m	ID	⊘	FT	Självpres	JB	ALK	Cu	O ₂	Tentan	Labfilm	Intervju
vt05	73	39	29	70	3	-	73	73	-	-	-	-	3	3
vt06	70	35	14	49	21	70	70	60	61	-	-	48	3	3
ht06	110	58	33	61	49	96	96	52	59	65	53	35	-	-
tot	253	132	76	180	73	166	239	185	120	65	53	83	6	6

Σ_{tot} totala antalet studenter som bidragit till enkätsvar

Σ_k antalet svarande kvinnliga studenter

Σ_m antalet svarande manliga studenter

ID antalet svarande identifierade studenter

⊘ antalet svarande ej identifierade studenter

FT antalet svarande på förtestet

Självpres antalet svarande på självpresentationen

JB antalet svarande studenter på Jonbytarlaborationen

ALK antalet svarande studenter på Alkalinitetslaborationen

Cu antalet svarande studenter på Kopparlaborationen

O₂ antalet svarande studenter på Syre/Hårdhetslaborationen

Tentan antalet svarande på ”eftertestet”

Labfilm antalet inspelade videosekvenser under laborationen

Intervju antalet genomförda videoinspelade intervjuer

5.3. Metodutveckling

5.3.1. Pilotstudier

5.3.1.1. Den kvantitativa delen

Det stora antalet studenter som läser grundläggande kemikurser på GU talade för att statistiskt material av önskad omfattning skulle erhållas relativt enkelt. I planeringen antogs att med datorstöd skulle i studien planerade enkäter kunna samlas in effektivt. Studenterna gavs frihet att inom angivna tidsramar logga in sig, vid nästan vilken dator som helst, för att koda in sin respons på enkätfrågorna. En enkät utformades och testades med mycket klen gensvar.

Däremot gav enkäter skrivna på papper, utlämnade i början och returnerade i slutet av de inplanerade mättillfällena mycket litet bortfall, ett system som sedan användes genom hela studien.

Frågor omformulerades i takt med att feltolkningar eller brister på svarsalternativ visade sig i undersökningen. Studenterna skulle ta ställning till givna påståenden inom den slutna skalan ”håller med fullständigt — fullständigt avståndstagande”. För att tillfredställa att studenterna erfor att deras bedömning av ett påstående motsvarade vad de verkligen kände och tyckte, användes först en horisontell pil med skalmarkeringar från noll till 100 med full frihet att markera var som helst på pilen. Vid granskning av olika studenters markeringar uppstod misstanke att det ofta fanns skillnader i hur markeringen bedömdes och vad studenten menade. Strecket ersattes med tydliga ringar som symboliserade var femte enhet på skalan från noll till hundra och skalvärdet var utskrivet för var tionde. Utformningen blev tydlig för studenterna och lättbedömd i granskningen.

5.3.1.2. Provintervjuer

I provintervjuerna videodokumenterades studentpar, på högskolan i Halmstad, dels i arbete med laborationen Silverspegeln, dels när de tillsammans med mig, i ett tystare rum, arbetade med att reda ut vilka olika reaktioner som var inblandade. Mitt deltagande var därefter enbart passivt lyssnande när de på egen hand, framför kameran, diskuterade vilken roll de olika kemikalierna hade spelat för att reaktionerna skulle ge rätt resultat. Avslutningsvis videointervjuades de när de, på mina frågor, diskuterade laborationerna och deras betydelse för lärandet.

Inne på laboratoriet och utan kamera har erbjudits många tillfällen att diskutera med åtskilliga studenter:

”Det är högt tempo i kursen och man tvingas att följa samma tempo själv. Jag både hatar och älskar laborationerna, man känner inte att man har tid men när man väl sitter här (på lab) så försöker man verkligen förstå det man håller på med och då kan man känna, ”aha” är det så det fungerar och så blir man glad och tycker att det var bra!”

”De flesta laborationerna i de här laborationskurserna är bra. Några försök känner vi igen från KomVux men de är bra i alla fall!”

5.3.1.3. Videointervjuutveckling

Ovanstående avsnitt är ett exempel från de testintervjuer som genomfördes bland studenter i Halmstad och i Göteborg. Testerna ansågs viktiga för att förbättra erfarenhet av intervjusituationen och att samtalen utformades så att studenterna skulle uppleva intervjuerna som meningsfulla. Detaljer tränades in såsom att bestämma tid för möte, att boka en tyst lokal till mötet, förbereda kameran och mikrofonen för inspelning, arrangera att kameran dokumenterade att studenterna gav tillåtelse till användning av videosekvenserna (både i forskningen och i föredrag om kemilaborationer), samtalen/intervjuerna skulle ge bästa utbyte, veta i vilken ordningsföljd som samtalsämnena flöt bäst och vilka formuleringar som var lättast för studenterna att förstå. Ett frågeformulär sattes ihop med frågor som skulle kunna ge delsvaret till forskningsfrågan. Logistiskt genomfördes datainsamlingen mitt i studien. Pilotstudier och litteraturstudier föregick datainsamlingen för att data skulle ges möjlighet att vara relevanta. Teoristudierna och samlingen av verkligheten (datainsamlingen) kan med logistisk nödvändighet inte samverka fullt ut förrän i den senare delen av studien. De nya perspektiv som bearbetningen av data i ljuset av teoristudierna uppenbarar bidrog till nya tankar, nya sätt att se på hur forskningsfrågan skulle besvaras. I det läget kan situationen utvecklas så att de frågor som ställs i enkäterna och intervjun tappar värde för studien. Den modifierade teoretiska modellen pekar ut nya frågor som skulle kunna få studenterna att ge sin syn närmare de nya aspekter som ingår i modellen. Efter analys av studenternas respons i intervjusamtalen är det tillfredställande att de nya aspekterna får plats utan de fanns i fokus för frågorna.

Studenterna ombads beskriva sina tankegångar kring främst följande områden, laborerandets betydelse, utkomsten från laborerande, avsaknaden av teoridiskussioner under arbetet, laborationsrapportens roll, laborerande kontra mer eller mindre illustrerade övningar med laborativ kontext, laborerande i microscale jämfört med vanlig skala. Intervjun, vars syfte väl närmast liknar Kvals (1997) benämning deskriptiv, genomfördes som ett strukturerat samtal med frågeformuläret som ett checkschema för kontroll att frågorna avverkades men utan krav på ordningsföljd. Då studenterna arbetar i par var det naturligt att bjuda in paret till intervjun, men formen bedömdes dessutom som positiv jämfört med att intervjua enskilda studenter. Det borde kännas tryggare att vara två framför kameran. Ett uttalande från den ena studenten ger dels utrymme att tänka för den andra studenten och kan samtidigt stimulera den andres tänkande. Parmodellen förmodas öka validiteten i uttalandena. Den som uttalar sig är medveten om att partnern kan bedöma riktigheten i uttalandet och samtidigt känner partnern

att en uttalad åsikt som han/hon ej delar bör tas upp till diskussion så att det blir uppenbart att åsikten inte delas av båda.

5.3.1.4. Intervjufrågornas bakgrund

Forskningsfrågan är inte så lätt att besvara direkt och därför konstruerades frågor som ansågs kunna ge delsvar och vidare kunna leda fram till svar på huvudfrågan. Här presenteras de frågor som analyserats kompletterade med mina bakomliggande tankar. Alla frågorna som användes finns i Bilaga 1.

Har försöket någon betydelse för dig?

Frågans svar har två betydelser. Dels visar den studenternas attityd till laborationen dels har svaret betydelse för deras svar på kommande frågor.

Kan man lika gärna få försöket beskrivet för sig? Ni får beskrivet vad en annan grupp gjorde, vad de observerade, vilka mätvärden de fick o.s.v. och att ni sen arbetade vidare med det materialet? Kompletterat med foton? Kompletterat med fina färgfoton? Kompletterat med filmsekvenser? Kompletterat med filmsekvenser med extrem upplösning i ett interaktivt program?

Istället för att fråga vad de tycker om laborationer eller om att laborera infann sig idén att om studenterna erbjuds alternativ till laborerandet så skulle det vara möjligt att se hur högt de värderar laborerandet när de accepterar ett av de erbjudna alternativen. I praktiken blev det här en mycket viktig fråga, eftersom studenterna spontant kommenterade alternativen med motiveringar om varför de inte räckte till. Senare tillkom intresset för spatialt tänkande och dimensionaliteter i undervisningen och då har studenternas kommentarer fått ökad dignitet för studien.

Vid tittning på er film slås man av att arbetet handlade väldigt mycket om att kontrollera att ni utförde arbetet korrekt.

Finns det utrymme för några andra tankar? Om teorin? Om familjen/kärasten? Om annat?

Förhoppningen var att nya aspekter skulle modifiera intrycket från videosekvenserna, att försöket inte genererade några tankar av kemisk karaktär angående försökets upplevelser. Studenternas beskrivning av situationen kanske kunde belysa det som inte visade sig med kamera och mikrofon under försöket.

Hade ni kontroll över situationen?

Enligt videosekvenserna hade studenterna väldigt mycket att hålla reda på, men vad tyckte de själva. De kan ha många uttalade frågor om utförandet och kanske samtidigt ha ett inre resonemang om vad som händer.

Vad anser du att förståelse är?

En validitetsfråga från början. Deras syn på förståelse kan färga det dom uttalar sig om. I analysen visade det sig att deras svar även stöder delar av den i studien beskrivna modellen.

Fick ni/du någon förståelse under arbetet från det ni såg eller det ni diskuterade på lab?

Frågan avsåg att undersöka om och hur studenterna anser att försöket har bidragit till deras lärande.

Fick ni/du någon förståelse från rapportarbetet och era diskussioner kring det?

Frågan skulle undersöka om och hur studenterna anser att laborationen har bidragit till deras lärande efter försökets genomförande.

Prioritera de olika delarna när du tycker att du får förståelse:

Föreläsning, Räkneövningar, Förberedelser inför laborationen, Labpresentationen, Labarbetet, Eftersamlingen, Diskussioner med kompis, Skrivandet av rapporten, Studier av anteckningar Studier i läroboken

Frågan hänger ihop med den förra. I den här styrs svaret till att enbart bedöma vad i undervisningen som bidrar till lärandet enligt studenterna

Ni har laborerat både i microscale och traditionellt.

Ange fördelar och nackdelar för de båda och ange vad du tycker är viktigast för dig.

Huvudintresset i undersökningen var från början att visa om microscale åtminstone kunde ge samma pedagogiska utfall som traditionell storlek på försöken. Att ge svar på frågan förutsätter kunskap om vad i en laboration som bidrar till förståelsen därmed kom intervjuerna istället att fokusera på frågorna om vad som ger förståelse och därmed blev inte alltid den här frågan ställd. Frågan i sig är mycket neutralt ställd.

5.3.1.5. Skyddade identiteter

Det fanns en strävan att maximera uppriktigheten i studenternas svar. De skulle känna en personlig trygghet medvetna om att möjligheten för eventuella konsekvenser för egen del saknades. De informerades om min tystnadsplikt, att de skyddas av sekretessavtal och att all inlämnad information till studien endast kunde lagras under **anonyma identiteter**. Identiteterna skapade de själva vid förtestet och angav sedan samma identiteter vid varje enkätillfälle. Identiteternas variationsrikedom var nästan lika stor som antalet studenter. Tack vare den stora variationen blev det få problem när de av någon anledning mindes fel tex BLOSS02 blev BLOSS34. Vid tentamenstillfället hade de fyllt i alla enkäter och bör ha varit medvetna om att alla frågorna var harmlösa för deras person och ombads då att avslöja sin identitet för studien. På en blankett framhölls värdet för studien att kunna foga in mer data till den skyddade identiteten och de påmindes om skyddet från sekretessavtalet. Drygt 80% av studenterna avslöjade sina identiteter.

5.3.1.6. Val av utrustning för videoinspelningarna

I planeringen av utrustning för dokumentationen av laborationens genomförande och av intervjuerna prioriterades kvalitét, bilden ska visa vad som görs och vem som talar

(Studenterna intervjuades i par), ljudkvalitén var viktig för att underlätta transkriptionsarbetet. Dokumenterandet av den kvalitativa delen har därför uteslutande bedrivits med en digital-video-kamera kompletterad med en mikrofon. Således valdes kameran Panasonic NV-GS70 då den bl.a. har 3CCD, ett system som återger färgerna korrekt. Mikrofonen skulle kunna återge samtalen skarpt från ETT laborationspar inne i laboratoriet. I samråd med en dansbandsmusiker valdes en mikrofon med riktad ljudupptagning, Audio-Technica MB4000C, vilken utestängde det mesta av de andra laboranteras samtal och dessutom dämpades, som det visade sig, mycket av ventilationssystemets brus. Studenterna intervjuades i par och då hjälpte bilden till att uppfatta vem som talade.

5.4. Avgränsningar

I diskussion med mina handledare reducerades data. I den kvantitativa analysen har enbart de cases som besvarar frågor angående jonbytarlaborationen använts, alltså items angående de övriga laborationerna exkluderades. Enkätformulär för jonbytarlaborationen användes för datainsamling i samtliga omgångar och den extrainformation som övriga laborationsenkäter skulle bidra med bedömdes som för perifer för att få uppta del av fokus under analysarbetet. Vidare bestämdes att de senaste fem intervjuerna skulle transkriberas för att användas i analysen. Grunden till att den sjätte intervjun från samma omgångar uteslöts var att labparet bedömdes som atypiska representanter för populationen kemistuderande, de var födda på 50-talet och studerade inom ramen för något åtgärdspaket.

Intervjusvar vars innehåll saknar anknytning till forskningsfrågan lämnades därhän.

5.5. Videosekvenser

5.5.1. Videosekvenser från studenternas laborationsarbete

Att få en inblick i vad som händer (skeenden/kognitiva yttringar) när studenterna står på laboratoriet och genomför försöket skulle vara mycket relevant för forskningsstudien. En specifik laborationsplats i laboratoriet utsågs som filmplats, en första och en andra backup

plats valdes dessutom ut. Om det laborationspar som placerade sig på filmplatsen nekade att bli filmade, gick turen vidare i ordning till backup platserna. När det var klart vilka som skulle filmas placerades kameran i bakgrunden så att laborationsparet hamnade på filmen utan att ständigt påminnas om kameran. Mikrofonen hade 10 m sladd så att den kunde placeras mycket nära laborationsparet. Arrangemanget gav bra ljud och ganska bra bild. Mikrofonen var lätt att glömma för studenterna, man ser på filmerna att det är när de först får syn på kameran som de påminns om inspelningen. Studenterna medgav att de sa mer under filmsekvenserna än de egentligen skulle ha velat.

5.5.2. Videodokumentation av intervjuerna

Som uppföljning djupintervjuades samma studenter som tidigare videodokumenterats i laboratoriet. I analysarbetet har kombinationen laboration - intervjudokumentation stärkt intrycken i den kvalitativa analysen. Det fokus som studenterna emellanåt visade upp under utförandet gav intryck av bristande engagemang för teorin och missförståelse av försökets syfte. Under intervjuerna uttalar samma studenter ett annorlunda bild; laborationsarbetet anses öka deras engagemang för ämnet och även till att öka deras förståelse under rapport-skrivandet. Att ersätta laboratoriearbetet med att få försöket och resultaten beskrivna kompletterat med bra foton eller filmsekvenser ställer de sig negativa till, liksom även till användningen av interaktiva program.

5.6. Kvantitativ del: Enkätstudien

5.6.1. Diagnostiskt test, Eftertest och Tentamen

För att undersöka om skillnader i lärandet kunde observeras mellan studenter som arbetade med försök i **micro** och **MAKRO** skulle tentamensresultaten för de båda grupperna jämföras. Avsikten var i första hand att studera ett ökat lärande, inte ett bra slutresultat, därför utarbetades ett diagnostiskt test (förtestet) som i princip skulle vara snarlikt den kommande tentamen men avsevärt enklare. Grundat på lång erfarenhet av kemiundervisning på gymnasienivå utformades uppgifter som även tog hänsyn till vad som undervisas på

gymnasiet. Uppgifterna reviderades därefter av provtagningstekniska skäl och anpassades även till att ta pedagogiska hänsyn. Frågorna återges i Bilaga 1 kompletterade med kommentarer om frågornas relevans för gymnasiet och för högskolestudierna. Testillfället skulle visa vilka studenterna var (självbeskrivning) och vilka kunskaper de kunde visa upp när kemistudierna påbörjades (förtestet). Första kursdagen genomfördes testet, innan de fått någon form av kemiundervisning. Testillfället var schemalagt för att studenterna skulle känna att de hade gott om tid (en timme). Studenterna förväntades inte ha med sig räknare första dagen, således utformades uppgifterna så att de gav enkla beräkningar som kunde klaras av utan räknehjälpmedel. Studenterna informerades också att korrekt uppställning av problemet räckte, enbart kemikunskaperna skulle bedömas. Svårighetsgraden i uppgifterna reducerades också med hänsyn till kommande undervisning, studien skulle undvika att skapa negativa förväntningar eller dålig stämning i den kurs som ännu inte hade kommit igång. Testet skulle hellre bidra till uppmuntrande individuella resultat än tvärtom. För studiens del ansågs skillnader mellan olika svaga studenter vara av större än skillnader mellan de som har bra förkunskaper. Tentamensresultaten planerades in som eftertest vilket gav problem, dels eftersom 18 % av enkätaterialet ej kunde kopplas till något namn, dels för att vissa resultatfokuserade studentgrupper hade en stor andel deltagare som lämnade in ”blankt”.

5.6.2. Självvärdering

Studenternas attityder till kemiämnet och till studier kan bidra till att förklara deras kunskapsutveckling under kursen. Betyget i kemi och matematik, samt attityder till kemiämnet och kemilaborationerna som studenterna bar med sig från gymnasiet, ingick bland frågorna. Studenterna fick också svara på hur gamla kunskaperna var samt deras ambitioner inför kursen. Frågorna återges i Bilaga 2. Självvärderingen fylldes i av studenterna direkt efter förtestet och de båda ifyllda enkätbladen lämnades in samtidigt.

5.6.3. Enkät beträffande utbytet från laborationen

Enkäten avsåg att mäta studenternas egna värderingar av sin studieinsats de senaste sju dagarna, den egna kapaciteten beträffande uppsatta pedagogiska mål för laborationen före och efter, attityden till dagens laboration och till laborationskursen så långt. Data om elevens

studiearbete; antal timmar per vecka, ansågs kunna bidra till slutsatserna i utvärderingen om exempelvis vilken inverkan laborationen har på studieresultatet. Studentens bild av vad laborationen givit borde också till viss del bidra till att avgöra laborationens inverkan, men viktigast för studien var att se om den lärande ser ett värde i laborerandet. Självvärderingen, i början och i slutet av laborationstillfället av de egna färdigheterna beträffande laborationens lärandemål, gav positiva signaler till studenterna. Nästan alla studenterna markerade stor progression och genom denna dokumentation gavs de möjlighet att bli medvetna om hur mycket de tillägnat sig från laborationstillfället.

Mätningarna utfördes under en period då fyra laborationsgrupper genomförde fyra laborationer efter varandra. De fyra laborationerna utfördes således av varje enskild grupp i enlighet med ett uppgjort schema. Laborationerna utvärderades av grupperna i tur och ordning vilket ger tillfälle att se om/hur attityderna förändrades över tiden för var laboration.

		T1	T2	T3	T4
		→			
T1, T2, T3 och T4	de fyra laborationstillfällena				
G1, G2, G3 och G4	de fyra laborationsgrupperna				
JB	Jonbytarlaborationen enkät1 + video + intervju				
Cu	Kopparlaborationen + enkät2				
Alk	Alkalinitetslaborationen + enkät3				
dH°	Hårdhetslaborationen + enkät4				

		JB	Cu	Alk	dH°
G1					
G2		dH°	JB	Cu	Alk
G3		Alk	dH°	JB	Cu
G4		Cu	Alk	dH°	JB

Figur 14. Illustration av laborationsenkätinsamlingens uppläggning

Ur Figur 14 kan utläsas hur varje grupp deltog i undersökningen och att en laboration utvärderades efterhand under laborationstillfällena av alla grupperna.

5.7. Kvantitativa datas beskrivning

5.7.1 Karakterisering av insamlade enkätdata

Tabell 2. Viktiga variabler för att beskriva materialet.

		För- test	Själv- presentation	Laborations enkät 1	Laborations enkät 2	Laborations enkät 3	Laborations enkät 4	Tentan
N	Valid	102	174	183	94	45	45	79
	Missing	82	10	1	90	139	139	105

All redovisad statistik i studien är utförd med SPSS ver.15.

Variablerna i tabell 2 karaktäriserar omfattningen på insamlade data.

Självpresentation och Labenkät 1 (Jonbytarlaborationen) har samlats in vid samtliga insamlingsomgångar (N=184). Förtestet genomfördes inte från början i datainsamlingen. När förtestet infördes genomfördes det direkt följt av självvärderingen första kursdagen. Labenkäterna 2 till 4 infördes efterhand men fungerade mindre bra eftersom labassistenterna för de övriga laborationerna, helt korrekt, i första hand prioriterade att uppfylla de pedagogiska kraven och i andra hand att enkäterna fylldes i och lämnades in. Tentamen fördes in i studien som ett eftertest, jämförelser med förtestet skulle ge ett mått på utbytet från undervisningen. Antalet data från tentamen (N=79) blev tyvärr betydligt lägre än från förtestet då studenterna i den sista insamlingsomgången av betygsstrategiska skäl lämnade in blankt vid ordinarie tentamenstillfället. Bakslaget begränsade användningen av eftertestet, men utnyttjades i delanalyser grundade på cases med giltiga tentamensresultat.

5.7.2. Jämförelser av karakteristika för samtliga data och ett urval för jämförelser med tentamensresultatet

Ett antal viktiga variabler valdes ut för hela datamängden och en delmängd konstruerades bestående av de cases som innehöll tentamensresultat. Den vänstra tabellen är hela materialet (Gimmikkvant.sav) och den högra är delmängden (GIMregttest.sav).

Tabell 3. Utvalda variabler för att jämföra utvalda cases alla cases

	Hela materialet (Gimmikkvant.sav)			Cases med tentamensresultat (GIMregttest.sav)		
	N	medel	sigma	N	medel	sigma
Micro/MAKRO	146	1,45	,50	73	1,51	,50
Kemibetyg från gymnasiet	171	4,02	,76	79	4,25	,76
Nivå på senaste matematikkurs	174	2,91	1,1	78	2,82	,80
Kemilaborationerna på gymnasiet var roliga	174	54,9	25	78	58,6	24
Förtest	102	18,2	8,7	79	19,1	8,6
Tentan	79	47,5	29	79	47,5	29
Labkursen har hittills varit rolig	183	61,1	20	79	62,3	20
Gymnasiekemin var rolig	174	59,1	24	78	63,4	23

Skillnaderna i karakteristika är tillräckligt små för att slutsatser grundade på det case-reducerade materialet kan tillåtas.

5.8. Kvalitativ utvärdering - målsättning

Avsikten var således att följa studenters lärande under grundkursen i kemi för att ta del av vad de anser att laborationskursen har bidragit med och med denna kunskap kunna jämföra kognitivt bidrag från arbete i **MAKRO** med **micro**. Denna kvalitativa undersökning kompletterar de kvantitativa studiernas statistiska beskrivningar med intervjuer som för studien ytterligare närmare studentens perspektiv.

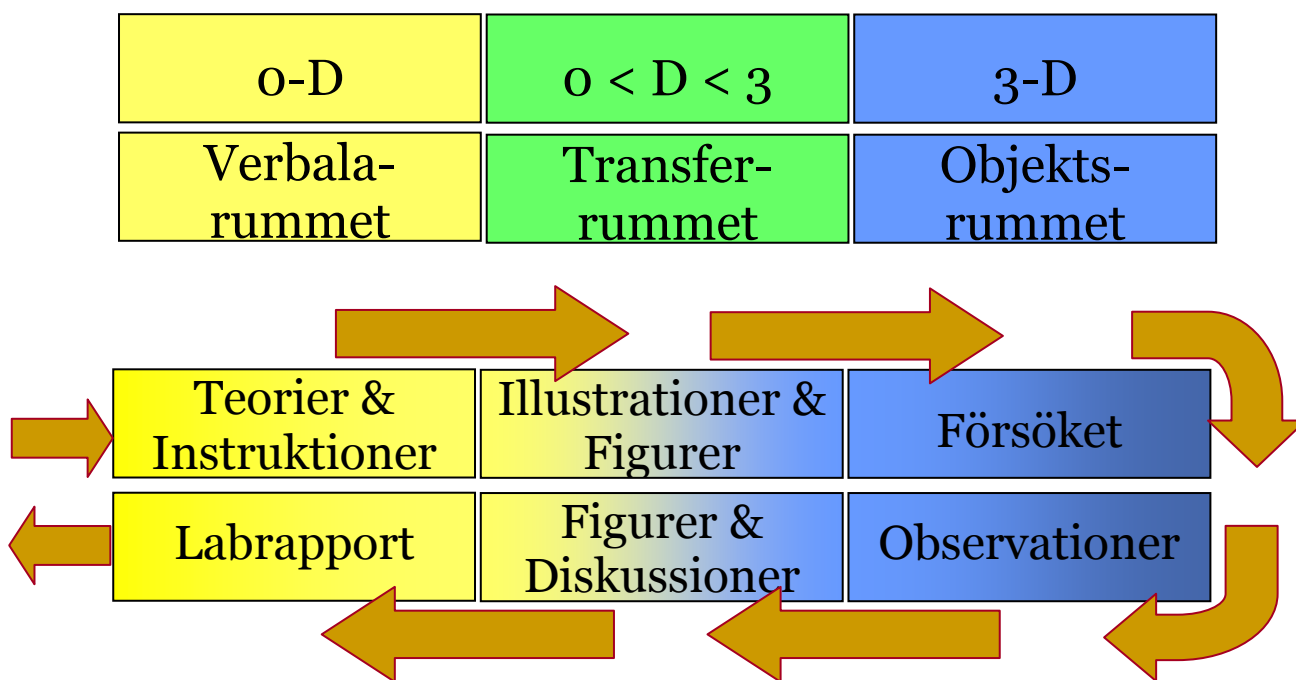
5.9. Videoredigering och transkribering

I det efterföljande redigeringsarbetet av en intervju delades filmen in i avsnitt som vart och ett byggde på en ställd fråga. Enbart betydelselösa sekvenser, av olika anledningar, refuserades såsom; studenterna gav sitt medgivande till att visa filmerna i olika sammanhang, utfrågaren förklarar att han kommer att ha ett neutralt ansiktsuttryck under hela samtalet, studenterna jämför sig med övriga studenter angående likheter och skillnader i laborationssituationen och då studenterna dels fick förklara kemiska inslag i redan utförda laborationer och dels fick använda sina nyvunna laborationserfarenheter för att föreslå hur liknande försök skulle genomföras. Den redigerade filmen transkriberades ord för ord. För intervjuerna nyttjades ett ”tyst rum”, vid ett par tillfällen fanns endast ett laboratorium och ett bibliotek med störande ventilationsljud. Trots stora svårigheter att höra allt som sades är innebörden i det uttalade högst sannolikt oförändrad. Nästa steg var att med datorn sortera om intervjuerna så att de olika studenternas uttalanden gällande samma fråga hamnade tillsammans. Därefter genomfördes en uppkoncentrering då helt innehållslösa uttalanden klipptes bort. Tolkningar av uttalandena skrevs in och efter ny genomläsning ledde dessa till att nya kategorier kunde införas grundat på perspektiv framlästa ur tolkningarna.

5.10. Analysmodell

För att analysens tolkningar ska referera till en stabil grund, konstruerades en analysmodell som hämtat sina grundläggande argument från Kapitel 3.

Modellen gör endast anspråk på att försöka klargöra laborationens bidrag till förståelsearbete vid studenters första kemikurs på akademisk nivå - inträdet i en för dem ny relativt obekant vetenskapsdomän. Figur 15 är en illustration som sammanfattar analysmodellen. Laborationen utgörs inte bara av försökets genomförande. Viktiga kognitiva inslag äger rum både före och efter den praktiska delen.



Figur 15. Laborationen, leder nybörjar studenten på en resa från 0D till 3D och tillbaka igen.

En majoritet av den inledande kemikursens studenter har begränsade praktiska erfarenheter av naturvetenskaplig karaktär. För många av dem är kemi ett ämne de har fått på köpet och därmed kan både attityder och bristande förkunskaper vara hinder för lärandet.

Laborationen bör enligt Johnstone (1969) börja med att teorin presenteras i förväg och i nära anslutning till laborationstillfället. Både Dewey (1997) Polanyi (Polanyi, 1966) och (Egidius, 2002) kan tolkas som att läsaren kan förstå vetenskapens verbala beskrivningar av fenomenen med stöd av de egna erfarenheter läsaren har av världen. De verbala vetenskapliga beskrivningarna är formulerade av den vetenskapliga kulturen för den vetenskapliga kulturen. De som befinner sig inom kulturen har även de erfarenheter som behövs för tolkningen av beskrivningarna. Ett av kemiutbildningens mål bör vara att introducera och föra in studenterna i kemikulturen. Studenterna förväntas förbereda sig för laborationen genom att läsa tillhörande teori och genom att sätta sig in i laborationens procedur av arbetsuppgifter. Instruktionerna är verbala och enligt det sociokulturella perspektivet meningslösa tills läsaren har förstått innehållet, därmed uppstår problem redan i förberedelserna (Säljö, 2005). Så länge

instruktionerna inte har förstått av läsaren och så länge inte läsaren har utvecklat dimensionerna under läsandet innehåller de inga dimensioner. Enligt Reid och Shah (2007) är det inte obekant att studenterna kommer oförberedda till laborationstillfället. Att göra sig en föreställning av det kommande försöket kan vara ett problem för en ”nybörjare” som varken har sett en pipett eller har sett hur den används. Laborationen startar i det dimensionslösa Verbala-rummet, min benämning, rummet där all verbal information finns. All verbal information gör referenser till verkligheten som i den här studien benämns Objekts-rummet. Vi kräver av studenterna att de ur den verbala informationen ska kunna framkalla spatialsrepresentationer av det som nybörjarna saknar erfarenheter av. Denna koppling till verkligheten försiggår i Transfer-rummet (studiens benämning) – det rum där illustrationer, figurer, datorsimuleringar och diskussioner används för att skapa en mental modell av det som ska ske i Objekts-rummet. Det är här som prelab förbereder studenterna för övergången till Objekts-rummet. Enligt undersökningar av Bodner och Guay (1997) och Bodner och Domin (2000) är spatial förmåga av betydelse för det dimensionstillförande arbetet och skickliga problemanalytiker löser problem utanför sitt kompetensområde inledningsvis med att rita en figur (Bodner, 2003). Herron uttryckte det som att alla som stöter på ett problem inom ett nytt område återgår till konkret eller till och med en tidigare tanke nivå. Innebörden i detta är att verbal information om välkända objekt och fenomen har potential att kopplas problemfritt till verkligheten, Transfer-rummet är då mycket kort. Kopplingen när det gäller obekanta objekt och fenomen är mycket krävande, Transfer-rummet är mycket långt eftersom relevanta erfarenheter saknas.

Att rita en figur är ett kraftfullt verktyg att omvandla dimensionslös verbal information till en 2-dimensionell visuell information som beroende på spatial förmåga kanske till och med hjälper personen ännu närmare de tre dimensionerna än vad den 2-dimensionella figuren synes visa upp. Marr myntade begreppet ”2½-D skissande” i vilket individen i mental simulering tillför de dimensioner som inte visar sig i en konfrontation med ett för individen välkänt föremål. Den spatials förmågan skulle kunna vara den faktor som hjälper vissa studenter att i den mentala simuleringen och ”2½-D skissande” nå en 3-D liknande upplevelse. Bodner visade att spatials förmågan förutom förmåga att förstå strukturer dessutom bidrog till framgångsrika problemlösnings färdigheter, det senare handlar om att ur verbal information lösa ett problem, sannolikt borde det kunna bidra till en ”fantombild” som duger för mental simulering.

Verbala instruktioner är beskrivningar av skeenden i verkligheten och uppnår med svårighet deterministiska egenskaper. För att skapa entydighet i texten ökas ofta omfånget och precisionen i vokabulären, för nybörjaren ökar samtidigt bruset i texten på grund av ökad detaljrikedom, ”overload fällan” som Johnstone (1997) skulle kunna ha kallat det (jfr med hur en ökad precision hos en variabel vid mätningar i atomernas värld orsakar problem för övriga mätvariabler på grund av osäkerhetsprincipen). Prelaben ger möjlighet att minimera den skrivna instruktionen eftersom studenterna får samma information under samlingen.

Under genomförandet av försöket får studenten de erfarenheter av verkligheten, episodiska minnen, som den verbala undervisningen refererar till. Enligt Reid och Shah (2006) framhåller studenterna just stimulansen och erfandet av teorin i verkligheten som utbytet av laborationerna. Det är inte bara Reid och Shah som anser att det utbytet är för lågt, men denna åsikt kan vara den verbala dominansens århundraden (Wærn, Petterson och Svensson, 2004) som gör att vi kanske underskattar upplevandet roll. Betulaprojektet (Nilsson, 2004) har påvisat att kvinnors episodiska minnesfunktioner är överlägsna männens. Vad denna skillnad beror på har man inte kunnat påvisa. I det här sammanhanget ligger det nära till hands att anta att skillnaden är en anledning till att kvinnliga studenter i högre grad drar fördel av laborationer än deras manliga kollegor.

Upplevelserna från genomförandet av försöket har sinnliga kvalitéer som organiseras av perceptionen. Styrkan hos denna information är att den har deterministiska kvalitéer (Schwartz och Heiser, 2006), tid och rum kopplas till varje intryck och ger struktur i varje ögonblick. Enligt Kant är tid och rum ramverket inom vilket vi kan förstå världen. Dessutom har Standing (1973) visat att visuella minnen är lättare att återkalla än de som bygger på verbal information (Miller, 1956). Paivios dubbelkodningsteori (1991) ger ytterligare argument för värdet av denna perceptionella information då dubbelkodningen innebär att visuella representationer kodas tillsammans med en tolkande verbal representation, vilket skulle kunna vara ett argument för att en observation ofta skapar en spontan diskussion mellan ”laboranterna” för att hitta en förklaring.

I Figur 15 har processen nu passerat Objekts-rummet, utförandet och observerandet och hamnat i Transfer-rummet igen. Laborationen ska resultera i att den lärande ska nå förståelse av den aktuella teorin och var i processen det målet uppnås är mycket individuellt. Viktiga individuella egenskaper i sammanhanget kan säkert ge en mycket lång lista, men att framhålla, tidigare associerbara erfarenheter, spatial förmåga, naturvetenskaplig allmänbildning och logisk färdighetsträning i till exempel matematik bör inte anses som

särskilt kontroversiellt. Framgångsrika studenter verkar ha förmåga att skapa förståelse oberoende av laborationer vilket skulle kunna ha sin förklaring i användandet av bildtänkande för mental simulering. Övriga studenter skapar sin förståelse på olika ställen längs resan från 0D till 3D och tillbaka. Om förståelse uppstår före försöket blir försöket en bekräftelse på att insikten stämmer med verkligheten. När förståelse kommer under försöket är det troligtvis mer som en aha-upplevelse.

Den spontana diskussionen efter försöket (Transfer-rummet) är för många studenter ett tillfälle under vilket mycket förståelse utvecklas för experimentet. Oavsett när förståelsen uppkommer är det inte säkert att den kan formuleras i ord. Det är frustrerande att känna att man förstår men att man inte kan omkoda förståelsen så att den kan kommuniceras, i synnerhet som all utvärdering av studieinsatserna sker verbalt. I Transfer-rummet handlar det alltså om att omvandla sina erfarenheter från 3D till 0D det vill säga omvänd riktning jämfört med det tidigare besöket i samma rum. Diskussionen med labbkamrater utgör som det sociokulturella perspektivet så tydligt beskriver ett mycket avgörande inslag - i diskussionen framförs all relevant information, insamlad teori och all insamlad erfarenhet, från försöket och från andra sammanhang. Med denna resurs kan deltagarna tänka tillsammans och nå mycket längre i förståelsearbetet än var och en för sig. I diskussionen med de andra eller i diskussion med sig själv är uppritandet av figurer ett vanligt hjälpmedel enligt Bodner. Interaktion med 2-D figuren avlastar arbetsminnet och förtydligar tankarna vid omkodningen till verbala representationer som leder in i Verbala-rummet. Produkten, laborationsrapporten, ska återge hela processen från start. I formuleringsarbetet har den skrivande med sig allt material från laborationen och har mycket av tänkandet kring laborationen i färskt minne. Eftersom fokus nu ligger på att skriva begripliga meningar får varje del av försöket sin tid av den skrivandes uppmärksamhet. Skrivarbetet tar tid och i pauser kan så kallade inkubationseffekter uppstå d.v.s. att ny förståelse plötsligt uppstår.

5.10.1. Laborationskursen sedd ur undervisningsmodellens perspektiv

Laborationskursen formgavs huvudsakligen under 60-talet av en generation som nu är pensionerad. Enda införda förändringen i laborationskursen för den här studiens räkning var att existerande försök i traditionell storlek även utfördes i microscale. Av allt att döma syftade laborationskursen ursprungligen till att studenterna skulle lära sig kemisternas praktiska

handlag, metoder och informationssamlade. Att handskas med objekt fick större utrymme än att fördjupa begrepp. Intrycket är att laborationerna sågs som en väg att komplettera bilden av kemisten som en tänkande problemlösare med rollen som datasamlade praktiker. Laborationen förväntades enbart generera data ur vilka studenten, med all sin kunskap och förståelse från den verbala undervisningen, skulle vaska fram resultat. Instruktionerna tyder på att tonvikten lades på att lära sig vilken utrustning kemister använder och hur den brukas för att få så bra produkter (kvantitet och kvalitet) eller så bra mätvärdesprecision som möjligt. (intrycket stärks av erfarenheten att på 1970-talet bedömdes laborationsrapporten utifrån att studenternas resultat befann sig inom ett smalt felintervall).

Instruktionerna saknar kopplingar till kontext. Teorin beskrivs mer komplicerat än vad som behövs för att förstå försöket. Instruktionerna bygger på underförstådda kunskaper och syftar på utrustning som ibland är obekanta för studenterna. De kan ha fungerat bra i 60-talets Sverige, men i dagens heterogena samhälle med ett universitet för alla och med en stor andel studenter med svenska som andra språk kan utformningen av instruktionerna vara en starkt bidragande orsak till att endast få studenter kommer väl förberedda till laborationen. Försöken är utformade med flera försökssteg som gör det svårt för en nybörjare att överblicka hela processen. Många nybörjarstudenter är då stressade över att missa något i utförandet för att sedan bli tvungna att göra om försöket. Stressen kan vara en anledning att ge upp ambitionen att förstå genomförandet och istället genomföra försöket mentalt passiv. Under kursens gång äger tillägnande av laborationserfarenheter rum, ett antal försökssteg omformas till chunkar eller delprocesser i den lärandes medvetande vilket ökar dennes överblick. Med känslan av kontroll över situationen ökar sannolikt det kognitiva utbytet från laborationen.

Kapitel 6. Analyser

6.1. Statistisk analys

6.1.1. Korrelationsmatris för valda items i det statistiska materialet

Korrelationsmatrisen (Se BILAGA 3) består av items om laborationsattityder och items som bedömdes kunna vara intressanta om de kopplade till laborationsattityderna.

Förhoppningen om att finna samband mellan tentamensresultat och laborationsattityder uppfylldes inte, vilket min studie har gemensamt med tidigare publicerade studier. I ljuset av det progressionsperspektiv som finns i utbildningen (Se avsnitt 7.5.), vilket även omfattar laborationskurserna, innebär för den aktuella laborationskursen att det primära målet är att öva det praktiska för att i följande kurser nå högre kognitiva mål. Uppgifterna i tentamen på den här nivån avser huvudsakligen att mäta att grundläggande stökiometriska färdigheter och grundläggande kemiska begrepp som elektronkonfigurationer, kemisk bindning och reaktionstyper har etablerats hos studenten. Man kan förmoda att det stora gapet mellan laborationskursens syfte och tentamensuppgifternas syften är för stort för att en relation dem emellan ska kunna upptäckas.

Däremot finns en mer eller mindre stark signifikant korrelation mellan gymnasiekemibetyg och positiva attityder till gymnasiekemin ($R \approx 0,5$), gymnasielaborationerna ($R \approx 0,3$) och högskolelaborationerna (R strax under $0,3$). Betygskalan innehåller bara tre steg så utpekandet är egentligen inte så starkt, men det kan ändå indikera att en drivkraft i kemistudierna är positiva erfarenheter av kemiämnet. Studenternas attityder till gymnasiekemin visar mycket stark relation till gymnasielaborationerna ($R \approx 0,7$). Relationen talar för att det finns anledning att åtminstone bibehålla nuvarande nivå av laborerande på gymnasiet för att studenter ska välja kemi i framtiden.

6.1.2. Laborationsrelaterade attityder i jämförelser baserade på olika gruppindelningar av datamängden

6.1.2.1. Det diagnostiska testet som indelningsgrund för två jämförelsegrupper

I litteraturen återges ofta undersökningar som delar upp data i grupper efter någon kognitiv kvalitet i syfte att möjliggöra jämförelser: Förtestet (det diagnostiska testet) har i den här

undersökningen använts som en grund för indelning. En arbetsvariabel, *PLUS*, tilldelades värdet noll för de studenter vars *förtest* var lägre än medianvärdet och värdet ett för studentresultat över medianvärdet. Avsikten var att finna skillnader mellan grupperna.

Förtestets relevans testades mot studenternas kemibetyg (Tabell 4).

Tabell 4. Förtestets relation till betyget

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,533(a)	,284	,277	7,425

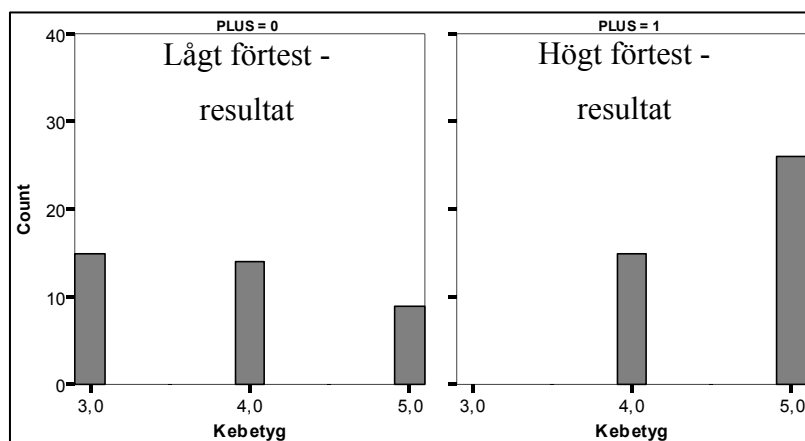
a Predictors: (Constant), Kebetyg

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2142,731	1	2142,731	38,869	,000(a)
	Residual	5402,429	98	55,127		
	Total	7545,160	99			

a Predictors: (Constant), Kebetyg

b Dependent Variable: Förtest

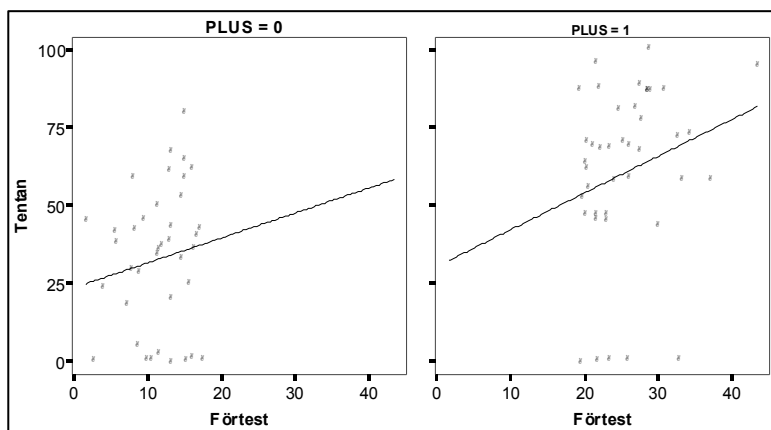
En första titt på kemibetyg (*Kebetyg*) och det diagnostiska testet (*Förtest*) visade en stark signifikant korrelation.



Figur 16. Betygsfördelningen i förtestgrupperna.

Det första grafparet (Figur 16) indikerar varför R-värdet inte var i närheten av 1, några studenter med lågt förtestvärde hade samtidigt högt betyg.

Fortsättningsvis visas par av grafer, där den vänstra rutan hela tiden representerar de studenter som visade "lågt" resultat på förtestet (NOLL-gruppen) och den högra de studenter med "högt" resultat eller i klartext, de som visade bäst förkunskaper (ETT-gruppen).



Figur17. Tentamensresultatet som funktion av förtestresultatet.

I nästa exempel (Figur 17) visas tentamensresultatet som funktion av förtestet.

Spridningen uppåt i den vänstra grafen förklaras förmodligen till stor del med de högbetygssstudenter som ingick i NOLL-gruppen på förtestet.

Kemibetyget kanske inte säger något om den bestående kun-

skapen studenten har med sig. Om det handlar om en student som använder en provinriktad lärandestrategi blir istället betyget ett mått på hur bra studenten är på att förbereda sig till provtillfällena. I de båda graferna återfinns flera avvikande nollresultat vid tentamen vilket högst sannolikt har sin förklaring i strategiskt betygstänkande. Deras kemibetyg från gymnasiet var bra och deras resultat på det oförberdda förtestet indikerar att de vid tentamenstillfället arbetade aktivt med att undvika poäng. Indelningen i NOLL-grupp och ETT-grupp verkar vara en bra indelning. I fortsatta diskussioner behandlas endast studenter som inte hade noll-resultat vid tentamen.

ETT-gruppen ger intrycket av att prestera på en hög nivå oavsett om det är fråga om tentamen eller om ett oförberett prov (förtestet) till skillnad från NOLL-gruppen. En slutsats skulle kunna vara att ETT-gruppen har mer genuint intresse för ämnesområdet. Då kan attitydrelaterade frågor vara faktorer som skiljer grupperna åt.

6.1.2.2. Könstillhörighet som ytterligare indelningsgrund för jämförelser

Under det inledande arbetet att bli förtrogen med det statistiska materialet konstaterades att kvinnor var påtagligt mer positiva till arbete i microscale vilket indikerade att män och kvinnor borde presenteras i varsin grupp för att kontrollera om kognitivt utbyte från laborationerna visar några könsskillnader. I klartext säger Tabell 5 att kvinnorna har aningen

Tabell 5. Exempel på skillnader i mäns och kvinnors svar i den här enkätstudien

	Kvinnor			Män		
	N	medel	sigma	N	medel	sigma
Kebetyg	93	4,1	0,8	55	4,0	0,7
Gymnasium	94	1,9	1,4	55	1,5	0,9
Mattenivå	95	2,8	0,8	56	3,2	1,3
Gymnasiekemin rolig	95	60,3	23,4	56	57,5	25,0
Gymnasiekemin intressant	94	61,8	23,4	56	60,5	25,0
Gymnasiekemin kändes viktig	95	59,5	25,0	56	57,6	27,4
Kemilab gymnasiet roliga	95	57,4	25,2	56	53,1	23,8
Kemilab gym. intressanta	95	57,2	22,7	56	51,8	24,0
Kemilab gymnasiet viktiga	95	53,7	24,7	55	50,3	27,1
Förtest	57	17,8	8,8	27	20,4	7,9
Tentan	51	44,1	29,7	25	57,9	22,9
Labkursen hittills rolig	95	61,6	21,6	56	61,8	19,8
Labkursen hittills intressant	95	62,4	20,7	56	61,3	20,8
Labkursen viktig för lärandet	95	63,6	23,0	56	59,9	23,7
Labkursen ger kunskaper	95	58,4	25,2	56	55,3	22,8
Labkursen bidrar till förståelsen	95	71,0	21,1	56	67,0	23,0
Labkursen bidrar till läslusten	95	57,7	23,9	56	57,3	26,5
Labrapporten viktig för lärandet	95	72,0	22,5	56	71,0	21,6

högre kemibetyg från gymnasiet, men i högre grad än männen naturvetenskapliga utbildning från Kom Vux, basår och folkhögskolor. Männen har i högre grad än kvinnorna läst matematikkurser på D- nivå eller högre. Både beträffande gymnasiekemin som sådan och kemilaborationerna har kvinnorna

en mer positiv attityd än männen. På förtestet och i tentamensresultatet har kvinnorna i den här studien lägre resultat än männen trots att deras attityder till laborerandet på högskolan är mer positiva än männens. I studien frågades inte om attityderna till den teoretiska kemiundervisningen på universitet men med tanke på de positiva attityderna till laborerandet på universitet antas att även attityderna till teoriundervisningen kan vara positiva. Givet kvinnornas positiva attityder till kemin både på gymnasiet och universitetet samt snarlikt kemibetyg som männen indikerar att utformningen av den utbildning som givit den naturvetenskapliga gymnasiekompetensen kan ha betydelse. I argumentet mot de alternativa vägarna att nå naturvetenskaplig kompetens ingår ingen värdering för eller emot kvalitén i undervisningen på dessa utbildningsvägar, det är endast tidsfaktorn som är argumentet. Den kemiundervisning, liksom övrig naturvetenskaplig undervisning som bedrivs på ungdomsgymnasiet påverkar eleven under längre tid och kan därmed ge förståelsearbetet längre tid för bearbetning och högre grad av bestående kunskaper än på de alternativa vägnas relativt korta tid för motsvarande kunskapsmoment.

6.1.2.3. Vad studenternas responser säger om deras bakgrund

Det borde ha betydelse om man inhämtat sin naturvetenskapliga kompetens under lång tid (ungdomsgymnasiet) eller under kortare tid (Komvux och övriga alternativ vägar). Tabell 6 delar upp studenterna efter hur de fått sin NV-kompetens. Många items ger samma utslag i de olika kategorierna. Skillnader som är påtagliga är att av 55 män har 80% genomgått ungdomsgymnasiet, 18% genomgått Komvux och 2% genomgått något annat alternativ. Motsvarande siffror för kvinnor är 69%, 14% och 17%.

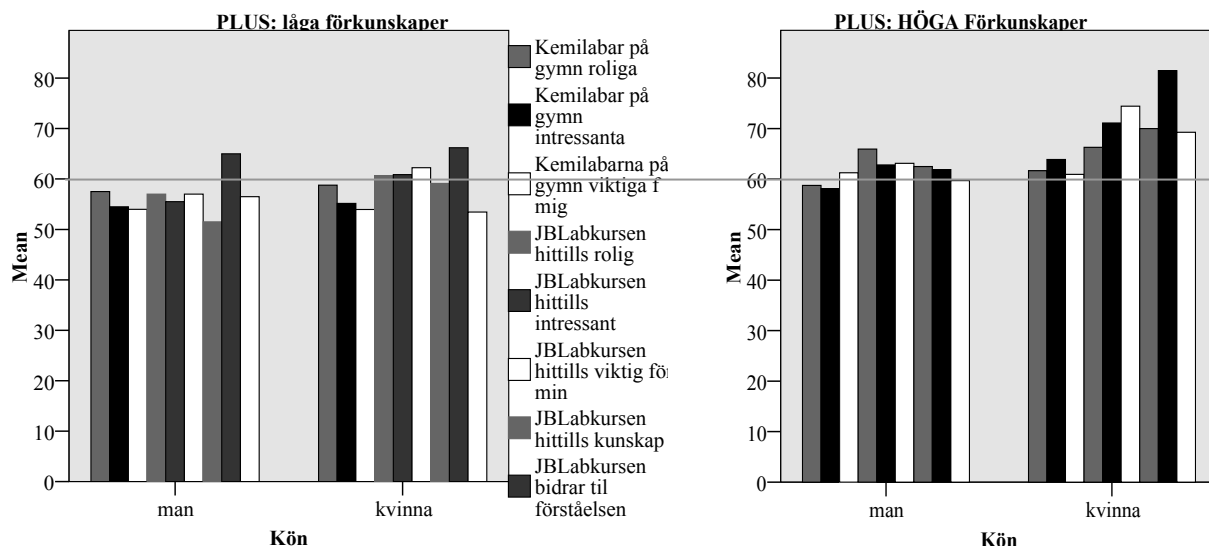
Kemibetygen för de som gått alternativvägar är högre än övrigas men de presterar sämre både på förtest och tentamen. Kvinnor och män som gått ungdomsgymnasium presterar bäst på förtestet, vilket kan tolkas som att de har hållbara kunskaper. De som har gått Komvux presterar bäst vid tentamen, vilket kan tolkas som att de fått goda kunskaper på Komvux men att den kortare tiden för lärandet gör att de måste repetera för att kunna använda sina kunskaper. Tolkningarna är inte understödda av stark statistik eftersom datainsamlingarna stördes av att den sista insamlingsomgångens studenter, vid tentamen, lämnade in ”blankt”. Det skiljer ganska markant i matematisk bakgrund mellan grupperna. Attitydfrågorna visade inte upp några stora skillnader mellan grupperna.

Tabell 6. Studenternas bakgrund

	Ungdomsgymnasium			Komvux			Övriga alternativvägar för NV kompetens											
	män			kvinnor			män			kvinnor			män			kvinnor		
	N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma
Kebetyg	44	4,1	0,7	65	4,0	0,8	9	3,9	0,8	13	4,0	0,8	1	4,0	.	13	4,2	0,7
Senaste mattekurs	44	3,4	1,4	64	2,7	0,7	10	2,5	1,1	13	2,4	0,7	1	2,0	.	16	3,0	1,2
Gymnasiekemin rolig	44	59	23	64	60	23	10	52	31	13	62	23	1	80	.	16	61	28
Gymn kemin intressant	44	62	24	63	59	23	10	57	30	13	70	22	1	80	.	16	68	27
Gymn kemin kändes viktig för mig	44	58	26	64	57	23	10	58	34	13	68	24	1	80	.	16	66	30
Kemilabar på gymn roliga	44	55	23	64	53	24	10	48	29	13	68	15	1	70	.	16	65	35
Kemilabar på gymn intressanta	44	53	23	64	54	21	10	48	27	13	64	14	1	70	.	16	66	32
Kemilabarna på gymn viktiga f mig	43	52	25	64	49	22	10	44	34	13	67	20	1	70	.	16	63	33
Förtest	21	21	8,6	39	18	9,5	5	19	2,2	6	17	7,7	1	12	.	11	17	7,6
Tentan	19	58	24	29	55	24	5	61	18	5	58	17	1	34	.	6	48	20
Lästimmor	43	9,0	6,0	64	11	6,9	10	6,3	5,3	12	11	8,1	1	10	.	15	9,1	6,6
Labkursen hittills rolig	44	62	20	64	59	23	10	59	22	13	59	19	1	80	.	16	70	15
Labkursen hittills intressant	44	62	20	64	60	22	10	58	23	13	63	20	1	80	.	16	70	14
Labkursen hittills viktig för mitt	44	62	23	64	62	25	10	48	25	13	63	20	1	80	.	16	69	19
Labkursen hittills kunskap	44	55	22	64	56	25	10	53	27	13	59	29	1	80	.	16	67	25
Labkursen bidrar till förståelsen	44	66	22	64	69	22	10	67	27	13	68	23	1	100	.	16	80	13
Labkursen bidrar till läslusten	44	58	26	64	56	23	10	55	30	13	57	27	1	80	.	16	67	22
Labrapporten viktig för mitt lärande	44	73	21	64	70	25	10	67	21	13	69	18	1	90	.	16	82	14

6.1.2.3. Jämförelser mellan grupper indelade efter det diagnostiska testet och könstillhörighet

Figur 18. undersöker skillnader och likheter i fyra grupper som bygger på ”förkunskaper” (høgt/lågt förttestresultat) och kvinna/man angående attityder till laborationer på gymnasium och på högskolenivå. Responser till nio items, representerade av staplar, från de fyra



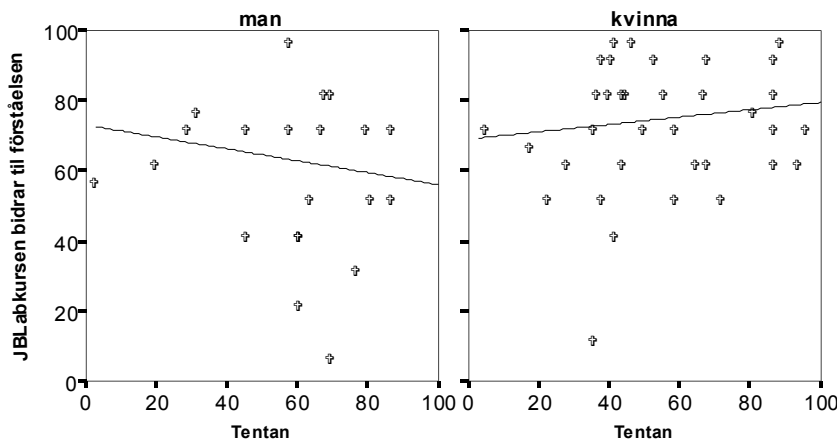
Figur 18. Likheter och skillnader i mäns och kvinnors attityder angående laborationer på gymnasiekemin och på universitet beroende på förkunskaper

grupperna presenteras (från vänster till höger): man respektive kvinna med låga ”förkunskaper” (NOLL-man resp. NOLL-kvinna) samt man respektive kvinna med höga ”förkunskaper” (ETT-man resp. ETT-kvinna). De tre första staplarna handlar om att gymnasiekemilaborationerna kändes roliga, intressanta respektive viktiga. Resten av staplarna handlar om den aktuella laborationskursen därför ingår ordet hittills så att studenterna enbart besvarar i förhållande till det de redan har erfärit. De tre mittstaplarna, i var grupp av staplar, gäller samma tre frågor som tidigare, men nu angående den aktuella laborationskursen. De sista tre staplarna handlar om huruvida de givit viktig kunskap för den fortsatta utbildningen, förståelse respektive läslust (förklaringen för läsluststapeln saknas i figuren).

Vid en snabb titt på de fyra stapelgrupperna ser man att de fyra grupperna bedömer samtliga items positivt, att kvinnor generellt är mer positiva. Laborationskursen bidrar till förståelsen (svart stapel, nummer 8 från vänster) sticker ut. NOLL-grupperna samt ETT-kvinnorna framhåller laborationen som bidragande till förståelsen. Kvinnorna framhåller även att laborationen känns viktig för deras lärande (vit stapel, nummer 6 från vänster). För ETT-männen är inte nämnda faktor den viktigaste. Det är inte omöjligt att kemin refererar till erfarenheter som i högre grad ingår i ETT-männens bakgrund, än övriga grupper

erfarenheter, och därför blir stimulansen en viktigare faktor för ETT-männen (”Labkursen hittills rolig”, grå stapel, nummer 4 från vänster).

En logisk följd av resonemanget är att förståelsebidraget från laborationerna till stor del kan förklaras med att upplevelsen gör det lättare att förstå det som den verbala teorin beskriver. En förklaring att kvinnorna är mer positiva till laborationerna generellt och förståelsebidraget i synnerhet kan vara att de har ett bättre episodiskt minne än män (Se sidan 110).



Figur 19. Tentamensresultat mot ”Labkursen bidrar till förståelsen”.

och åsikten att labkursen bidrar till förståelsen. XY-diagrammen stärker intrycket att kvinnor har större nytta av laborerandet i sitt förståelsearbete än vad män har.

I det efterföljande rapportarbetet handlar det om att beskriva och förklara det genomförda försöket, ett arbete som i högre grad bör leda till förbättrad förståelse i en interaktion med återerinring av upplevelsen.

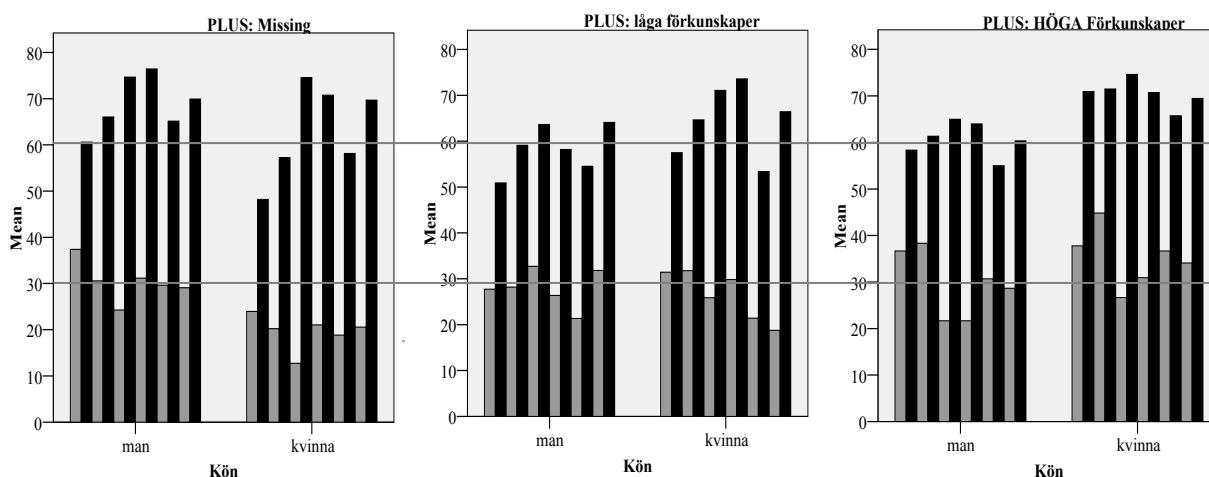
Figur 19 visar relationen mellan tentamensresultatet

Tabell 7. Vad anser du att du har fått ut av dagens laborationstillfälle? (flera alternativ kan markeras)

PLUS	Kön m/k (N)	använda teorin	ökad förståelse för teorin	intresse för teorin	lust att lära mer	ökad labvana	ökad säkerhet kring teorin	givande diskuss- ioner	något annat	Totalt utbyte	Utbyte per grupp- medlem
Antal studenter som markerat de olika utbyteskategorierna											
Ej för- testad	m(29)	20	23	7	6	27	10	12	0	105	3,6
	k(39)	19	20	7	9	37	12	5	3	112	2,9
lågt förttest	m(11)	4	4	1	2	7	0	0	1	19	1,7
	k(30)	15	21	4	6	27	8	7	0	88	2,9
HÖGT förttest	m(16)	5	6	6	2	13	4	5	0	41	2,6
	k(26)	14	19	10	9	24	10	7	1	94	3,6
Total	151	77	93	35	34	135	44	36	5		
Relativ frekvens för markerade utbyteskategorier											
Ej för- testad	m(29)	69	79	24	21	93	34	41	0		
	k(39)	49	51	18	23	95	31	13	8		
lågt förttest	m(11)	36	36	9	18	64	0	0	9		
	k(30)	50	70	13	20	90	27	23	0		
HÖGT förttest	m(16)	31	38	38	13	81	25	31	0		
	k(26)	54	73	38	35	92	38	27	4		
Tot / ind	(%)	51	62	23	23	89	29	24	3		
Tot / m	(%)	52	59	25	18	84	25	30	2		
Tot / k	(%)	51	63	22	25	93	32	20	4		

Tabell 7 återger studenternas respons på frågan *Vad anser du att du har fått ut av dagens laborationstillfälle?* Frågan var utformad så att de kunde avstå att markera eller markera de alternativ de ansåg var uppfyllda. I tabellen har även icke-förttestade studenter, men med könsidentitet infogats. Det övre gråa fältet anger absolut frekvens och det nedre gråa fältet anger relativ frekvens. De tre nedersta raderna återger den procentuella andelen individer, män och kvinnor som markerat det i titelraden angivna utbytet. Allmänt kan man utläsa att nästan samtliga studenter anser sig ha fått labvana, alltså det primära syftet i den aktuella laborationskursen är uppfyllt. Över hälften anser att de har fått använda teorin och dessutom har detta ökat deras förståelse. En fjärdedel har fått intresse för och ökad säkerhet kring teorin, lust att lära mer samt givande diskussioner. Min bedömning är att skillnaderna mellan män och kvinnor finns att utläsa när man endast jämför de två förttestade grupperna. De två inledande alternativen visade inga skillnader mellan förttestgrupperna men kvinnorna anser i markant högre grad än männen att de fått använda och ökat förståelsen för teorin. Gruppen med lågt förttestvärde har inte fått ökat intresse för teorin! De flesta anser att de har fått ökad labvana (ca 90%) dock är männen med lågt förttestresultat något svalare i sin bedömning (64%). De anser sig heller inte ha fått någon säkerhet kring teorin eller några givande

diskussioner vilket ca 25% av övriga anser att de fått. Eftersom studenter ofta har prickat för många av alternativen får väl bedömningen bli att minst 25 % av både männen och kvinnorna har fått ett bra utbyte av den aktuella laborationen (*Jonbytar-laborationen*). Kolumnen längst till höger redovisar antal utbyten per gruppmedlem. Eftersom alternativet ”något annat” endast markerats fem gånger har studenterna uteslutande använt sig av de övriga sju svarsalternativen. Om alla i gruppen valde sju alternativ skulle medlet och blivit 7 utbyten/gruppmedlem. Om hälften eller en fjärdedel valde sju alternativ skulle utbytena per gruppmedlem bli 3,5 resp. 1,75. Kolumnens lägsta värde 1,7 (män med lågt förtestresultat) anger allt från att en fjärdedel av gruppen fått ett mycket bra utbyte till att varje gruppmedlem fått med sig labvana och ett utbyte till som bidrar till teoriförståelsen på något sätt. Övriga grupperns värden indikerar allt från att hälften fått ”full pott” till att varje gruppmedlem har fått med sig labvana och minst två utbyten som bidrar till förståelsen.



Items för laborationens lärandemål

1. Jag kan diskutera med andra vad som händer på molekylär nivå under laborationens olika steg
2. Jag kan förklara funktionen hos en jonbytare
3. Jag kan applicera en blandning i en jonbytarkolonn, eluera ut blandningen, samla olika fraktioner och regenerera kolonnen
4. Jag kan planera, konstruera och genomföra en kalibrering för fotometrisk bestämning
5. Jag kan förklara redoxteorin som ingår i permanganattitreringen
6. Jag kan planera, konstruera och genomföra en redoxtitrering med kaliumpermanganat

Figur 20. Studenternas värderingar angående sin egen kompetens beträffande laborationens lärandemål före och efter försöket

Figur 20 illustrerar gruppmedelvärden av studenternas självvärderingar av sin egen kompetens i förhållande till de i handledningen angivna lärandemålen för den aktuella laborationen. Åter har de icke-förtestade studenterna inkluderats. Som framgår av förklaringarna under graferna så handlar det om sex mål och värdena som studenten har angivit före (grå stapel) och efter (svart stapel) försöket, vilket ger tolv staplar per grupp.

Till figurerna har lagts in två hjälplinjer för att underlätta en visuell utvärdering av graferna. Männerna i de tre grupperna värderar sin medel-förkompetens för lärandemålen till ganska exakt 30, medan NOLL-kvinnorna värderar sin medel-förkompetens lägre än 30 samtidigt som ETT-kvinnornas värdering hamnar högre än 30. Medel-efterkompetensen värderar NOLL-männen till strax under 60 och ETT-männen hamnar strax över 60, medan NOLL-kvinnorna värderar sig till strax under 65 och ETT-kvinnorna värderar sig till ungefär 70.

Tabell 8 (nästa sida) visar samma sak men med siffror. Siffrorna visar de korrekta värdena till den visuella diskussion som nyss presenterades, men siffrorna till trots blir resonemanget detsamma. Kvinnorna anser sig få ut mer av laborerandet än vad männen gör.

Tabell 8. Studenternas värderingar angående sin egen kompetens beträffande laborationens lärandemål före och efter försöket

Kön		Ej förtestade			Lågt förtest			Högt förtest		
		N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma
man	Diskutera olika steg före	29	38,3	25,7	11	27,7	20,9	16	37,5	23,3
	Diskutera olika steg efter	29	60,9	20,1	11	50,9	20,2	16	59,1	24,1
	Kan förklara funktionen hos en jonbytare före	29	30,9	24,6	11	28,2	28,9	16	40,3	24,0
	Kan förklara funktionen hos en jonbytare efter	29	65,6	18,5	11	59,1	26,0	16	62,5	22,7
	Klarar kolonnarbete före	29	24,7	25,0	11	32,7	32,4	16	21,6	18,6
	Klarar kolonnarbete efter	29	74,3	19,4	11	63,6	23,0	16	65,9	23,5
	Klarar kalibrering före	29	30,4	26,9	11	26,4	26,6	16	20,9	20,6
	Klarar kalibrering efter	29	76,7	23,7	11	58,2	29,6	16	63,1	26,3
	Kan förklara redoxteorin för titreringen före	29	30,0	27,6	11	21,4	18,2	16	30,6	24,0
	Kan förklara redoxteorin för titreringen efter	28	64,6	22,5	11	54,6	25,9	15	55,0	33,2
	Kan själv genomföra en redoxtitrering före	29	29,5	23,9	11	31,8	27,6	16	27,5	23,0
	Kan själv genomföra en redoxtitrering efter	27	69,9	20,0	11	64,1	24,4	16	59,7	27,5
	Medel före		30,6	25,6		28,0	25,8		29,7	22,3
	Medel efter		68,7	20,7		58,4	24,9		60,9	26,2
	Medeldiff		38,0	-4,9		30,4	-0,9		31,2	4,0
kvinna	Diskutera olika steg före	39	23,9	18,7	30	31,7	21,3	27	37,8	18,1
	Diskutera olika steg efter	38	48,3	23,0	28	57,5	23,3	27	70,9	15,4
	Kan förklara funktionen hos en jonbytare före	39	19,2	21,4	30	31,2	21,5	27	44,8	24,8
	Kan förklara funktionen hos en jonbytare efter	38	56,1	27,7	28	64,6	24,3	27	71,5	21,5
	Klarar kolonnarbete före	39	11,7	23,0	30	27,5	22,2	27	26,7	21,3
	Klarar kolonnarbete efter	39	75,7	23,1	28	71,1	21,8	27	74,6	21,1
	Klarar kalibrering före	39	19,7	26,1	30	30,7	29,7	27	30,9	28,8
	Klarar kalibrering efter	39	72,2	29,8	28	73,6	22,8	27	70,7	21,9
	Kan förklara redoxteorin för titreringen före	39	18,4	21,4	30	22,7	20,9	27	36,7	21,7
	Kan förklara redoxteorin för titreringen efter	36	58,1	28,3	28	53,4	27,8	27	65,7	22,7
	Kan själv genomföra en redoxtitrering före	39	19,2	29,0	30	20,2	19,7	27	34,1	22,7
	Kan själv genomföra en redoxtitrering efter	38	71,0	26,2	28	66,4	27,7	27	69,4	21,5
	Medel före		18,7	23,3		27,3	22,6		35,2	22,9
	Medel efter		63,6	26,4		64,4	24,6		70,5	20,7
	Medeldiff		44,9	3,1		37,1	2,1		35,3	-2,2

Är det någon skillnad mellan svaren från; män och kvinnor, NOLL- och ETT-gruppen?

Tabell 9 är en analys av tabell 8. Svaren har delats upp i huvudgrupperna: man-kvinna med undergrupperna; punkt (ej testade)- NOLL-ETT. Männerna värderade sig själva högre än kvinnorna gjorde. Männerna värderade sig själva högre än kvinnor före försöket och det stämmer med en vanligt förekommande åsikt att män övervärderar sig själva. Efter försöket värderade sig kvinnorna högre än männen och det skulle kunna vara ett resultat av högre utbyte till följd av kvinnornas mer positiva attityder till laborationerna. ETT-gruppen värderade sig högre både före och efter försöket än NOLL-gruppen vilket förmodligen kan tillskrivas ett lägre självförtroende/en lägre attityd hos den senare gruppen.

Tabell 9. Skillnader i respons på lärandemål av praktisk och teoretisk natur

	män			kvinnor			kön		förtest		
	punkt	mic	MAK	punkt	mic	MAK	män	kvinnor	punkt	NOLL	ETT
Diskutera olika steg före	38	28	38	24	32	38	35	31	31	30	38
Diskutera olika steg efter	61	51	59	48	58	71	57	59	55	54	65
Kan förklara funkt. hos en jonbytare före	31	28	40	19	31	45	33	32	25	30	43
Kan förklara funkt. hos en jonbytare efter	66	59	63	56	65	72	62	64	61	62	67
Klarar kolonnarbete före	25	33	22	12	28	27	26	22	18	30	24
Klarar kolonnarbete efter	74	64	66	76	71	75	68	74	75	67	70
Klarar kalibrering före	30	26	21	20	31	31	26	27	25	29	26
Klarar kalibrering efter	77	58	63	72	74	71	66	72	74	66	67
Kan förklara redoxteorin för titreringen före	30	21	31	18	23	37	27	26	24	22	34
Kan förklara redoxteorin för titreringen efter	65	55	55	58	53	66	58	59	61	54	60
Kan själv genomföra en redoxtitrering före	30	32	28	19	20	34	30	25	24	26	31
Kan själv genomföra en redoxtitrering efter	70	64	60	71	66	69	65	69	70	65	65

Lärandemålen hade antingen ett kognitivt eller ett praktiskt innehåll. Tabell 10 är en vidareutveckling av Tabell 9. Tanken var att leta mönster i differenserna mellan värderingarna före och efter försöket. Det identifierade mönstret pekar på att mål avseende kognitiva mål har lägre differenser än mål avseende praktiska mål. Studenternas responser på lärandemålen oavsett om hänsyn tas till icke-förtestade studenter eller ej bekräftar mönstret tydligt. Resultatet

Tabell 10. Skillnader i olika kategorimedelvärden

Differensen <i>Efter - Före</i>	Män			Kvinnor			medel
	punkt	mic	MAK	punkt	mic	MAK	
Diskutera olika steg	23	23	22	24	26	<u>33</u>	25
Kan förklara en jonbytares funktion	35	<u>31</u>	22	37	<u>33</u>	27	31
Klarar kolonnarbete	50	31	<u>44</u>	64	44	<u>48</u>	47
Klarar kalibrering	46	32	<u>42</u>	53	43	40	43
Kan förklara redoxteorin för titreringen	35	<u>33</u>	24	40	<u>31</u>	29	32
Kan själv genomföra en redoxtitrering	40	32	32	52	<u>46</u>	35	40

stämmer bra överens med det primära syftet för den aktuella laborationskursen.

6.1.3. Attityder till micro/MAKRO i jämförelser baserade på olika gruppindelningar av datamängden

6.1.3.1. Attitydskillnader mellan micro- och MAKRO-grupperna

När datamängden delades upp i micro och MAKRO föll det ut en tredje grupp som ej angivits i vilken storlek försöket utfördes, gruppen anges i Tabell 11 med beteckningen **punkt**. Anledningen till att punkt redovisas är ett validitetssteg, gruppen bör inte avvika för mycket från övriga grupperns respons. Gruppen visar avvikelser, medlemmarna har något högre kemibetyg som de erhållit i högre grad genom att skaffa sig NV-kompetens för gymnasiet i efterhand och de klarade sig sämre på förtestet och på tentamen. Deras attityder är helt jämförbara med micro /MAKRO –grupperna.

Tabell 11. Attityder i micro- och MAKRO-grupperna (och gruppen punkt)

ITEM	punkt			micro			MAKRO		
	N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma
Kebetyg	27	4,1	0,7	81	4,0	0,8	63	4,0	0,8
NV-kompetens från	29	2,3	1,8	78	1,7	1,1	64	1,8	1,4
Nivå på senaste matematikkurs	29	2,6	0,9	81	3,0	1,2	64	3,0	1,0
Gymnasiekemin var rolig	29	57	27	81	62	22	64	56	25
Gymnasiekemin var intressant	29	61	24	81	65	22	63	58	26
Gymnasiekemin var viktig	29	56	29	81	60	24	64	57	27
Laborationerna på gymnasiet var roliga	29	55	28	81	57	23	64	52	25
Laborationerna på gymnasiet var intressanta	29	54	26	81	55	23	64	54	24
Laborationer på gymnasiet var viktiga	29	52	30	80	52	25	64	51	25
Förtest	29	15	8,3	36	20	9,1	37	19	8,2
Tentan	6	27	23	36	47	27	37	52	30
Lästimmor (studietimmor senaste 7 dagarna)	37	9,4	6,3	79	9,8	6,7	64	9,5	6,7
Laborationen var rolig	37	64	24	80	60	23	65	50	23
Laborationen var intressant	37	66	22	81	62	22	64	58	23
Laborationen var viktig	37	68	25	80	65	25	65	58	24
Laborationen gav viktig kunskap	37	60	26	80	58	25	65	52	26
Labkursen är hittills rolig	38	63	20	80	61	23	65	60	18
Labkursen är hittills intressant	38	68	19	80	61	22	65	61	19
Labkursen är hittills viktig	38	68	22	80	62	24	65	61	21
Labkursen ger viktiga kunskaper	38	62	25	80	57	24	65	55	24
Labkursen bidrar till förståelsen	38	69	21	80	70	22	65	69	20
Labkursen bidrar till läslusten	38	59	23	80	55	26	65	60	23
Labrapporten tar mycket tid	38	82	19	80	76	19	65	76	18
Labrapporten är viktig för mitt lärande	38	72	23	80	72	21	65	71	22

Microgruppen gick in i kursen med bättre attityder till gymnasiekemin och gymnasielaborationer än MAKRO-gruppen gjorde och deras positiva attityder beträffande laborerandet var fortfarande mer positiva än MAKRO-gruppens när de var en bit in i laborationskursen på GU.

Tidigare, i texten, har kvinnorna uttryckt i statistiken att de anser att laborationen hjälper dem att förstå i högre grad än vad männen har uttryckt. Genom att i Tabell 12 dela upp micro- och MAKRO- grupperna även efter könstillhörighet kan vi undersöka om attityderna till försökets storlek skiljer mellan könen.

Tabell 12. Attityder beroende på micro/MAKRO och kön

	Kvinna-micro			Man-micro			Kvinna-MAKRO			Man-MAKRO		
	N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma	N	medel	sigma
Kebetyg	52	4,0	0,8	24	4,1	0,8	33	4,0	0,8	28	4,0	0,7
NV-kompetens från	50	1,7	1,1	24	1,5	0,8	34	1,9	1,6	28	1,5	0,9
Nivå på senaste matematikkurs	52	2,7	0,8	24	3,5	1,6	33	2,9	0,9	29	2,9	1,0
Gymnasiekemin var rolig	52	62	21	24	61	24	33	59	25	29	53	25
Gymnasiekemin var intressant	52	64	21	24	64	24	32	58	25	29	56	26
Gymnasiekemin var viktig	52	59	24	24	61	25	33	60	25	29	52	28
Laborationerna på gymn. var roliga	52	58	23	24	58	24	33	55	26	29	47	23
Laborationerna på gymn. var intressanta	52	57	21	24	53	25	33	56	23	29	50	24
Laborationer på gymnasiet var viktiga	52	53	24	23	52	26	33	53	22	29	45	27
Förtest	22	19	8,9	13	21	9,0	25	18	8,8	11	21	5,6
Tentan	22	44	29	13	50	24	25	47	31	11	69	18
Lästimmor (studietimmor senaste 7 dagarna)	51	10,3	7,0	23	9,4	6,0	33	10,9	7,1	29	7,7	6,0
Laborationen var rolig	51	58	24	24	63	23	34	50	25	29	48	21
Laborationen var intressant	52	61	21	24	63	24	34	58	25	28	56	21
Laborationen var viktig	51	64	25	24	66	28	34	60	24	29	54	24
Laborationen gav viktig kunskap	52	58	28	23	58	22	34	54	27	29	48	26
Labkursen är hittills rolig	51	60	23	24	66	23	34	62	18	29	58	18
Labkursen är hittills intressant	51	61	22	24	64	24	34	61	18	29	59	20
Labkursen är hittills viktig	51	61	23	24	60	28	34	62	22	29	59	22
Labkursen ger viktiga kunskaper	51	55	25	24	60	23	34	58	25	29	51	23
Labkursen bidrar till förståelsen	51	70	22	24	69	26	34	71	20	29	66	21
Labkursen bidrar till läslusten	51	52	25	24	60	29	34	64	21	29	53	25
Labrapporten tar mycket tid	51	77	18	24	74	20	34	79	16	29	72	20
Labrapporten är viktig för mitt lärande	51	68	23	24	80	16	34	76	20	29	65	23

Kvinnor som använder sig av microscale under laborationskursen är mer positiva till gymnasiekemin och tillhörande laborationer än de som använder traditionell storlek (MAKRO). När det gäller laborerandet på universitetet är det de som använder MAKRO som är mer positiva. Männen som använder micro är mer positiva både beträffande gymnasie-

laborerandet och högskolelaborerandet. Männerna som använde MAKRO är den grupp som har minst positiva attityder till såväl gymnasielaborerandet som till högskolelaborerandet och samtidigt är de den grupp som visar upp bäst tentamensresultat. Oavsett att de är mindre positiva i sina attityder så markerar de tydligt att laborationskursen bidrar till deras förståelse (66 på den 100-gradiga skalan).

Tabell 13. Attityder (medelvärden) beroende på förkunskaper och labstorlek

	Grp1			Grp2			Grp3			Grp4						
	N	mic	MAK	N	mic	MAK	N	mic	MAK	N	mic	MAK				
Kebetyg	6	3,5	5	3,2	13	4,0	11	4,1	9	4,4	13	4,6	8	4,8	8	4,8
NV-kompetens från	6	1,8	5	2,0	12	1,7	11	1,6	9	1,9	13	2,1	8	1,1	8	1,5
Nivå på senaste matematikkurs	6	3,0	5	3,2	13	2,6	11	2,9	9	2,9	13	2,5	8	3,0	7	3,6
Gymnasiekemin var rolig	6	36	5	52	13	67	10	52	9	71	13	65	8	74	8	77
Gymnasiekemin var intressant	6	40	4	50	13	68	10	51	9	80	13	70	8	75	8	82
Gymnasiekemin var viktig	6	43	5	56	13	67	10	50	9	74	13	71	8	78	8	82
Laborationer p gymn. var roliga	6	49	5	46	13	63	10	59	9	63	13	58	8	59	8	61
Laborati p gymn. var intressanta	6	42	5	52	13	58	10	53	9	66	13	58	8	59	8	69
Laborationer p gymn. var viktiga	5	47	5	46	13	55	10	54	9	67	13	58	8	58	8	66
Förtest	6	8,3	5	6,3	13	14,7	11	14,2	9	23,8	13	21,9	8	32,5	8	30,4
Tentan	6	40,2	5	13,4	13	33,1	11	41,1	9	47,8	13	62,5	8	72,0	8	73,1
Lästimmor	6	9,5	5	9,4	13	8,5	11	9,1	8	9,5	13	8,2	7	11,3	7	14,6
Laborationen var rolig	6	67	5	60	13	52	11	46	9	67	13	45	8	79	8	46
Laborationen var intressant	6	64	5	75	13	54	11	47	9	69	13	55	8	77	8	52
Laborationen var viktig	6	58	5	68	13	55	11	54	9	75	13	55	8	74	8	60
Laborationen gav viktig kunskap	6	56	5	57	13	60	11	53	9	71	13	56	8	69	8	61
Labkursen är hittills rolig	6	60	5	60	13	56	11	64	9	58	13	60	8	72	8	69
Labkursen är hittills intressant	6	56	5	59	13	58	11	63	9	68	13	59	8	69	8	73
Labkursen är hittills viktig	6	56	5	58	13	59	11	64	9	68	13	66	8	72	8	70
Labkursen ger viktiga kunskaper	6	56	5	50	13	51	11	65	9	73	13	55	8	69	8	71
Labkursen bidrar t. förståelsen	6	62	5	64	13	66	11	71	9	77	13	72	8	74	8	73
Labkursen bidrar till läslusten	6	42	5	67	13	50	11	62	9	62	13	62	8	67	8	69
Labrapporten tar mycket tid	6	79	5	68	13	85	11	79	9	76	13	76	8	86	8	87
Labrapporten viktig f mitt lärande	6	65	5	66	13	72	11	70	9	84	13	74	8	88	8	76
Kön	6	1,83	5	2,00	13	1,54	11	1,73	9	1,78	13	1,54	7	1,43	7	1,71
Valid N	5		4		12		10		8		13		6		5	

Tabell 13 delar in materialet efter förtestresultatet och användningen av labstorlek och därmed minskas antalet cases till hälften mot föregående tabell. Grupp 1 och 2 utgör de två nedre kvartilerna och 3 och 4 de övre kvartilerna med avseende på studenternas förtestresultat. Gråskalan (vitt < 50, ljusgrått < 60, grått < 70 mörkgrått < 80 och mörkgrått med vita siffror < 90) infördes för att underlätta visuellt bedömning av trender. En tydlig trend är att de som inte var framgångsrika på förtestet har betydligt mindre positiva attityder med sig från gymnasiet än övriga samtidigt som de som klarade sig bäst har de mest positiva attityderna. Fokuset i studien ligger på laborationerna vilket bidrog till att ett eventuellt behov av frågor om teoriundervisningen på universitetet förbisågs. De saknade frågorna kanske hade kunnat öka nyanserna i diskussionen. Frågorna om laborationerna på universitetet ger intressanta svar, de kan inte längre relateras till förtestet utom i ett fall. Den svagaste förtestgruppen (1) som arbetade i microscale anser inte att laborationerna bidrar till läslusten. Man skulle kunna

tänka sig att de är exempel på studenter som har fått kemin på köpet, attityderna från gymnasiet var låga, de hade inte bestående kunskaper och vid tentamen presterar de högt över den förväntan som förtestresultatet gav. Förmodligen har deras studier enbart varit inriktade på att klara sig igenom tentamen för att sedan kunna lägga kemin åt sidan.

Grupp 1 som arbetade i microscale förbättrade sina attityder till laborerande på universitet medan grupp 4 som arbetade i traditionell skala (MAKRO) fick en svalare attityd till laborerandet på universitetet om det inte vore för att uttalandet endast bygger på 14 studenters åsikter skulle man kunna dra slutsatsen att detta talar för laborerande i microscale.

Man kan också utläsa ur tabellen att studenterna genomgående tillskriver laborationsrapporten ett värde för förståelsen, dessutom att rapporten ges högre värde ju högre förtestvärde studenterna har visat upp samt att de som arbetat i microscale är mer positiva till rapportens förståelse bidrag än de som har arbetat i traditionell storlek. En tolkning skulle kunna vara att de som arbetade i microscale ansåg laborationen vara mer meningsfull och kunde därför också arbeta mer engagerat med rapporten och därigenom också få mer förståelse under skrivarbetet.

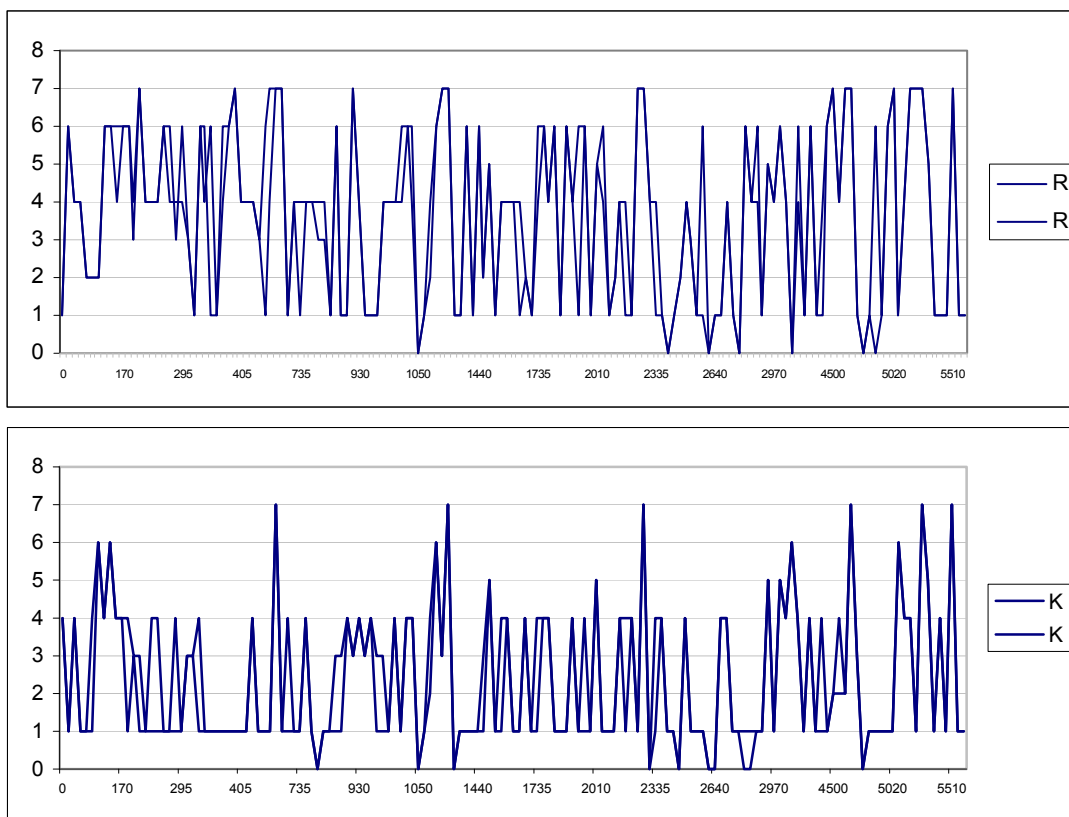
6.2. Analys av studenters agerande under laborationens praktiska del.

De förväntade episoderna där någon av studenterna skulle utbrista *-Vad var det som hände där?-* när han/hon upptäckte något fenomen, infann sig inte vid något av de videodokumenterade arbetspassen. Granskningarna av filmerna visade att studenterna hade ett annorlunda fokus. Det var påtagligt att de huvudsakligen diskuterade utförandet, huruvida de arbetade enligt instruktionen eller ej. Deras primära mål under arbetet var att undvika att det blev fel och att de skulle behöva börja om från början igen. En del avstod från att ta rast i sin oro över att det skulle gå fel och i en sekvens kan man se ett laborationspar vars kommunikation påverkas av lågt blodsocker.

Vid två tillfällen uppstod funderingar kring kemin i försöket, i det ena fallet var det resultatet av en oklar fråga uppfattad av mottagaren som en fråga om kemin. Väntan på att en fraktion skulle passera genom en kolonn eller liknande gav tid för samtal. Dessa handlade emellertid uteslutande om för laborationen ointressanta frågor. Uppskattningsvis kan samtalen under försöken delas in 90% procedurfrågor, 10% ovidkommande frågor och slutligen undantagsvis

kemifrågor (<1% av tiden). Någon enstaka gång när studenterna blev för engagerade i det trevliga samtalet höll de på att missa ett moment i försöket. Att inte tappa uppmärksamheten på försöket är förmodligen den enkla förklaringen till att det förväntade kemisamtalet fick vänta till det att försöket var avslutat.

6.2.1. Ett exempel på studenternas genomförande av ett försök.



Figur 21. Tidsgraf som visar vad René (övre grafen) och Kerstin (nedre grafen) arbetar med.

Förklaringar

x-axeln visar i princip tiden för det praktiska arbetet, y-skalan visar arbetstyp:

1. Arbete med försöket
2. Diskarbete
3. Observerande av försöket
4. Samtal
5. Besvarande av kamraters frågor
6. Läsande för att få information
7. Frågor till assistenten
0. Alla övriga moment som tidsnoteringar, inaktivitet och när de befinner sig någon annanstans

René och Kerstin utförde laborationen i microscale. Videodokumentationen av deras genomförande av försöket valdes som exempel då de visade ett större engagemang i sitt agerande och konverserande framför kameran än övriga studenter. Filmen transkriberades och transkriptionen försågs med två kolumner i vilka det markerades vilken sorts arbetsuppgifter

de båda studenterna utförde (Bilaga 4). Figur 21 är en tidsgraf med tidsangivelserna hämtade från Bilaga 4. Tidsgrafens tidsaxel är semi-linjär, x-axeln anger dokumentationstillfällena i kronologisk ordning, men skillnaderna mellan Renés och Kerstins arbetsmönster framgår tydligt trots detta. Mönstren skiljer sig åt, Kerstin utför vad som i studien benämns som rutinarbete (1), hon ser till att vätskeytan i kolonnen hålls konstant och fyller på eluat vid behov (enbart upprepade arbetsmoment som inte kräver någon eftertanke). René tar reda på information från laborationsmanualen och labhandboken (Norin) (6), ställer frågor till assistenten (7), letar upp utrustning som behövs och genomför provtagning (1) (variation i arbetsuppgifterna, planering och eftertanke krävs för att uppehålla logistiken). Det är förmodligen inte skillnader i kompetens som givit de olika arbetsrollerna, vilket stöds av att Kerstin utan framgång ber René att ta över kolonnarbetet. Vidare är det Kerstin som vet var kemikalier och saknad utrustning finns att hämta och som föreslår den kemiska förklaringen till att zinkgranulaterna används i försöket. Videogranskning tyder på att Kerstin av hänsyn till arbetsklimatet tar hand om rutinarbetet. Figur 21 visar att de är sysselsatta större delen av tiden med arbetsuppgifter (1) och konversation (4). Det är endast när kurvorna går ner till noll som de inte är upptagna med något synbart. Konversationen gäller i första hand utförandet. Ofta använder de ett språk som är befriat från facktermer, ofta talar de med oavslutade meningar. Dels handlar det väl om att de inte har hunnit tillägna sig den kemiska vokabulären än, dels handlar det förmodligen om att deras uppmärksamhet håller många teman aktuella samtidigt så att det sänker konversationsförmågan. De verkar förstå varandra trots det ofullständiga språket, och det kan väl tillskrivas att förståelsen utgår från att allt som yttras berör försöket. Det visuella fyller ut det som det verbala yttrandet inte uttryckte. I konversationen ingår också **ubi**: uttalande- bifall- insats. De informerar ofta partnern om vad de ska till att utföra eller uttalar högt vad de tar fram, en konversation de inte hade ägnat sig åt om de kände sig säkra på hur de skall gå tillväga. Det ger viss trygghet i agerandet om det inte kommer protester på det som nyss yttrades. Vid ett tillfälle uttrycker René att Kerstin ska agera utan att tala frågande till René och då framför Kerstin att hon efterfrågade godkännande av sitt yttrande. När René använder samma metod och uttalar det hon letar efter inflikar Kerstin var hon kan hitta det sökta. Kerstin tycker att laborationen är rolig och förmedlar positiva yttranden till René som ger positiva yttranden tillbaka. De upplever också att en del skeenden tar längre tid än de förväntat och ibland att det sker snabbare än de hade förväntat. Filmen ger intrycket av att de samverkar med försöket på så sätt att sånt som de lärt sig under teoristudierna återerinnras under försöket och en del insikter uppstår. De ser gul färg och

associerar det till att det finns järnjoner i lösningen vilket leder till en korrekt slutsats och denna koppling har sedan möjlig-heten att stärka den erinrade kunskapen.

6.3. Analys av transkriptioner

med inslag av relevant statistik från den kvantitativa datamängden

Min forskningsfråga är: **Bidrar laborationen till att underlätta studenternas kognitiva arbete att förstå teorin som ingår i deras första kemikurs på akademisk nivå och i så fall, hur?**

Ur det transkriberade materialet utkristalliserade sig ett antal delsvår på frågan.

A. STUDENTERNAS UTBYTTE AV LABORATIONEN

Aa Förståelse för teorin

Aa1 Ökade förutsättningar för bättre förståelse av konkret utpekad teori

Aa2 Underlättar förståelse av teorin i ljuset av egna konkreta upplevelser

Ab Labvana/labkunskap

Ac Affektiva inslag

Ad Erfarande att verkligheten avviker från föreställningen

B STUDENTERNAS ÅSIKTER OM LABORATIONENS OLIKA DELARS BIDRAG TILL FÖRSTÅELEN

Ba Förberedelserna inför laborationen

Bb Förgenomgången (Prelab)

Bc Eftergenomgången (Postlab)

Bc1 Förståelse under eftergenomgången – ”lån av kognitiv kompetens”

Bc2 Eftergenomgången - Laborationsrapporten

Bd Diskussioner

Bd1 Diskussioner under försöket

Bd2 Diskussioner efter försöket

Bd3 Diskussioner till rapportarbetet

Bd4 Förståelsefrågor till laborationsrapporten

Be Laborationsrapporten

Be1 Rapportskrivandet ger förståelse av i laborationen ingående teori

Be2 Rapporten dokumenterar teoriförståelsen som infann sig redan under laborationen

Be3 Rapportskrivandets värde beror av labparets sammansättning

Bf Laborationshandledningen/Försöket

Bg När studenten själv prioriterar förståelsegivande bidrag i utbildningen

C STUDENTTANKAR KRING LOGISTIKEN: TEORI – LABORATION

Ca Att få teorin nära laborationen

Cb Argument för att få teorin presenterad efter försöket

Cb1 Nyfikenhet

Cc Argument för att få teorin presenterad på föreläsning före laborationen

Cc1 Stärka förståelsearbetet under försöket

Cc2 Underlätta förståelsearbetet efter försöket

Cd Argument för att få teorin presenterad på för genomgången strax före försöket

D STUDENTERS SYN PÅ PROBLEM KNUTNA TILL LABORATIONEN

Da För många faktorer på en gång hindrade teoriutvecklande tankar

Da1 Tänkandet begränsas av bristande förinformation

Da2 Tänkandet begränsas av att försökets utförande kräver uppmärksamhet

Da3 Tänkandet tillsammans begränsas av all uppmärksamhet på genomförandet

Da4 Tänkandet begränsas av bristande kunskaper

Da5 Problem med språkets tolkningsbarhet

Utformning av redovisningsdelen

Utklippta citat återges i inramade rutor. I transkriptionerna har återges samtalen så nära som möjligt. Pauser markeras med ett antal punkter, en, två eller tre, efter hur långa de upplevdes som. Klipp i intervjun anges med ... //... I alla transkriptionsrutor är Ch, intervjuaren, d.v.s. Christer. Studenternas namn är fingerade. För att förtydliga vilken del av laborationen som åsyftas i yttranden i intervjuernas olika skeden har antingen orden /det praktiska/ eller /hela laborationen/ infogats.

Statistiska inslag

Statistiken presenteras i tabeller, stapeldiagram (staplar åtskilda med mellanrum) och histogram (staplarna saknar mellanrum).

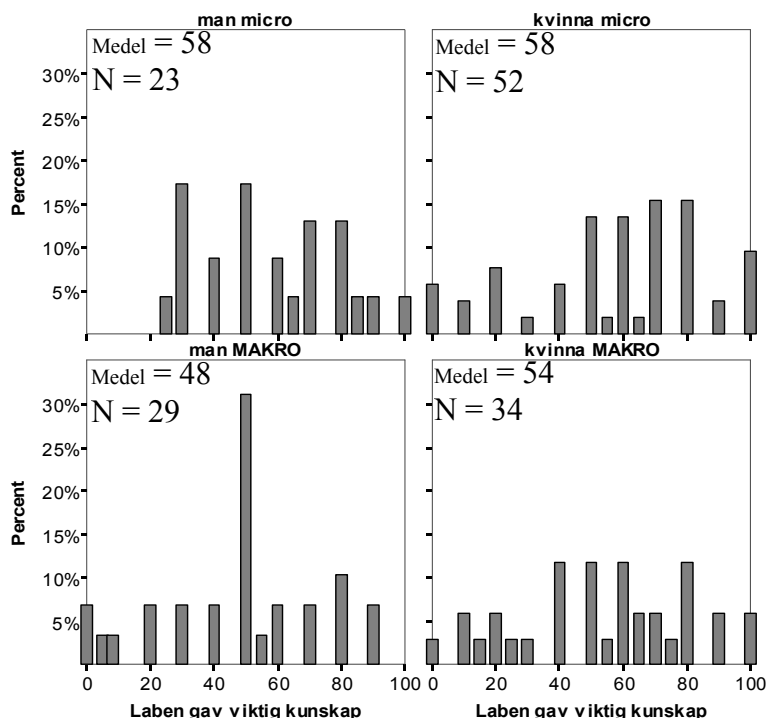
Stapeldiagrammen har använts för att illustrera attitydskillnader mellan micro/MAKRO och man/kvinna. Varje ruta har en rubrik nedanför som informerar om den aktuella frågan och ovanför som informerar om gruppkategori. Även tabellerna använder samma grupp kategorier.

A. STUDENTERNAS UTBYTTE AV LABORATIONEN

Med mig in i studien följde en icke-verbaliserad mental modell med ett antagande om att laborationen bidrar till förståelsen av kemin. Men hur? Studenterna bekräftar i det här avsnittet att laborationen, dels bidrar med att engagemanget för och förståelsen av teorin stärks, dels att handlagsfärdigheter och perceptionella intryck allmänt ökar deras förmåga att relatera teori och verklighet till varandra.

För avsnittet relevant statistik

Man ser i Figur 22. att kvinnor och män som arbetade i micro ansåg sig få viktig kunskap från laborationen i högre grad än de som arbetade i MAKRO. Man ser också att på individnivå är det fler kvinnor än män som är mycket positiva, men också att på grund av en förhållandevis hög andel negativa kvinnor blir inte gruppmedelvärdena så annorlunda från männens värden.



Figur 22. "Laborationen gav viktig kunskap". Studenternas svar är på en 100-gradig skala (100 står för mycket positiv respons). Eftersom kvinnorna i studien är i stor majoritet används relativ frekvens på y-axeln. (m används som symbol för medelvärdet)

En tänkbar förklaring är kopplad till att få kemi på köpet. Antingen reagerar man positivt och kan som kvinna eventuellt dra nytta av sin episodiska minnesförmåga för förståelsen av laborationens innehåll eller reagerar man negativt vilket sänker engagemanget. Engagemanget krävs rimligtvis för att den episodiska minnesförmågan ska göra sig gällande.

Aa. Förståelse för teorin

Aa1. Ökade förutsättningar för bättre förståelse av konkret utpekad teori

Ch: ... om vi tar jonbytarlabben ... hade försöket nån betydelse då?

Lars: Jag vet ju hur en jonbytare fungerar ... nu har jag lärt mig det ju och jag vet ju att den blir hydrolyserad med ammoniak ... var det väl.. eller var det klor eller var det ammon ...

Lars uttrycker att laborationen hade betydelse och att han lärde sig. I svaret verkar han söka i sitt minne av laborationen sannolikt söker han inte i minnet av en text. Det som spontant dyker upp för att hjälpa honom att återerindra sig vad han tillförde kolonnen borde vara en minnesbild av försöket. I sökandet tänker han förmodligen igenom de olika momenten i försöket, en mental simulering av det han uppmärksammade under försöket, ett episodiskt minne (tid och rum avsätter sig om det han fokuserat på, Tulving, 1972) leder hans tankar tills han anser sig ha funnit svaret. Men han har ännu inte kopplat upplevelsen till teorin. Lewins tankar om konkreta upplevelser (Egidius, 2002) och modellen med episodiska minnen antyder hur Lars senare i sitt arbete kan bearbeta sin utsagda kunskap, upplevelsen av fenomenet, med den teoretiska beskrivningen, för att förstå upplevelsen ur samma perspektiv som den vetenskapliga kulturen använde då de uppnådde konsensus. Hans utsagda kunskap, hans tysta kunskap blir då uttalad. Om Lars når målet ensam eller väljer att göra bearbetningen i diskussion med andra påverkar inte processens innehåll, men kan ha betydelse för processens effektivitet.

Ch: ... det här ni gjorde /det praktiska/ igår. Kändes det som att det hade nån betydelse för er?

Kerstin: ... jag har inte riktigt förstått redoxreaktioner förut, nu har jag börjat förstå det bättre.

René: Och jag har lärt mig att zink och järn funkar bra tillsammans när man reducerar och håller på.

Kerstin och René uttalar sig positivt och ger spontana exempel på utbyten som de har med sig från laborationstillfället, det praktiska försöket, dagen innan. Båda pekar på att laborationen bidrar till att stärka teorin. Redoxreaktioner såsom den mellan zink och järn är sannolikt ingen

nyhet för dem. Redox är ett centralt avsnitt i gymnasiekemin som de bör ha blivit presenterade för, ändå framhåller Kerstin att förståelsen för denna reaktion förbättrats under det praktiska arbetet. I Lars fall handlade det om minnet av en konkret upplevelse som kan bidra till en kommande förståelse. I Kerstins fall handlar det om att förståelsen förbättrades under den konkreta upplevelsen. Enligt Lewin leder den konkreta upplevelsen till meningsfullt lärande (Egidius, 2002). Reaktionen inte blev meningsfull i Kerstins tidigare kontakter med reaktionen, under lektion, läsning i läroboken eller under laborerandet. Erfarandet av reaktionen ”i tid och rum” bidrog denna gång uppenbarligen till att reaktionen blev meningsfull. Verbal beskrivning av ett fenomen ger tolkningsutrymme för den lärande. Att reda ut hur beskrivningen ska tolkas kan vara ett arbete som kräver tid vilket lätt kan bli en prioriteringsfråga under en kemikurs. Upplevelsen gav sannolikt en vilja att förstå fenomenet, samtidigt skapades också ett episodiskt minne av fenomenet som i samverkan med den verbala representationen erbjöd möjlighet att gallra bort betydelser som orden ej avsåg att uttrycka. Enligt Paivios dubbelkodningsteori (1991) lagras minnen i möjligaste mån med både en visuell och en förklarande representation. Det man har sett försöker man förstå och det man fått som verbal information försöker man göra sig en bild av. Paivios teori talar för att det finns en inbyggd drivfjäder hos människan att bygga upp kunskap. Det man upplever vill man förstå.

Aa2. Underlättar förståelse av teorin i ljuset av egna konkreta upplevelser

Erik: Jag satt och tänkte lite på det idag nu när ... vi hade kinetik ... föreläsning ... det hade varit bra om vi hade haft en lab på den ... och då tänkte jag va f-n det känns konstigt att vi inte har gjort det (laborerat) nu när vi liksom e klara med det avsnittet, det känns som ibland så e det jä-t skönt å ha gjort en lab för att liksom förstå lite vad teorin handlar om ...//...

E: Det känns så där ... kinetiken känns liksom så där otydligt bakom en ...

Erik uttrycker ett behov av att laborera för att förstå vad teorin handlar om. I den kurs som ges parallellt med ”Allmän kemi”-kursen kände han saknad över att inte fått chansen att låta teorin samverka med den konkreta upplevelsen från ett försök.

Ch: Ja, men tycker ni att ni fick nån förståelse under arbetet igår?

René: Ja ... vi fick ju .. liksom .. vi hade läst igenom teorin, fick en genomgång och sen så gjorde vi labben och förstog liksom trippelt av allting

René pekar på att laborationen bidrog till förståelse genom att teorin bearbetades tre gånger, först genom en författares skrivna tolkning, därefter genom en assistents verbala tolkning och sedan genom att studenten själv fick tolka fenomenen i ljuset av den tidigare informationen.

Lars: Jo det har ett starkt... då kan jag ju ändå relatera till nånting ju ... jag förstår vad de e som händer, jag kan ju se det framför mig vad de e som händer när jag läser i boken ju. Det skulle va de då som e värdet ju.

Lars är positiv till laborerandet och beskriver ett perspektiv som överensstämmer med att det episodiska minnet senare kan samverka i förståelsearbetet vid bearbetning av ny presenterad teori. Den konkreta upplevelsen/det episodiska minnet återerinar han sig i ett bildtänkande. Han nyttjar erfarenheten för att tolka ny verbal information under föreläsning eller i läsningen av läroboken.

Ch: Vad .. vad har ni som syfte med laborerandet/hela laborationen/?

Sandra: Nä det är väl att man ska förstå varför... få en förståelse för det som man läser och se hur det fungerar i praktiken för liksom bara sitta och läsa om att ... ”så här kan man göra och då ... händer det så här” liksom .. om man nu gör det så ... kan du ... det kan också hjälpa dig att förstå teorin bättre ..

Sandra tycker inte att utförandet av laborationen är roligt, men hon anser att undervisningen och hennes eget syfte med laborationerna är att hon ska ta med sig praktiska erfarenheter av den verklighet som teorin beskriver för att de båda representationerna av samma fenomen ska underlätta hennes förståelse genom att samverka med varandra och det kan förklara att hon ser laborationerna som givande.

Kerstin: Ja fast jag .. skulle inte fatta det om jag inte fick göra nånting i praktiken

Kerstin hävdar bestämt att teori som samverkar med det praktiska arbetet under laborationen har stor betydelse för hennes förståelse.

Ch: Skulle ni lika gärna ha kunnat ha det försöket /det praktiska/ beskrivet för er?

Emilie: Ja det skulle man säkert kunna göra, ... jag tycker de e lättare å förstå nånting som man liksom själv har... vart delaktig i och gjort ... grejer då kan man liksom ... tänka tillbaka på ”Vad var det jag gjorde där egentligen, när jag gjorde det där? Jaha och de e därför”.. så att det funkar säkert å lära sig på det sättet också, men jag tror att det ... kräver lite mer ...

Johan: Ja precis, jag tror man lär sig ju säkert om man gör så, men man lär sig nog mer om man får testa själv för då ... kan man visualisera vad som hände egentligen ... tror jag

Emilie tycker att hon förstår bättre när hon har fått praktisk erfarenhet av det som ska förstås. Hennes beskrivning kan tolkas som att hennes erfarenhet lagras som ett episodiskt minne som hon kan återvända till när hon försöker förstå den teori som beskriver fenomenen i försöket. I samtalet ställer hon upp på att hon nog skulle kunna förstå utan försöket men, det ”kräver lite mer”. Försöket i den 3-dimensionella verkligheten visar fenomenen i 3D såsom de är.

Alternativen kräver av Emilie att hon redan har en mental modell som hjälper henne förstå den verbala beskrivningen av situationen.

Johan menar att, om man använder sitt förståelsearbete i samverkan med minnet av ett försök så bidrar det, med samma ansträngning, i högre grad till förståelse än att få någon annans minne av försöket beskrivet för sig (pappersbeskrivningen). Det episodiska minnet i vilket det praktiska arbetet ingick, erbjuder spatial och kronologisk information som kan användas vid behov i en mental simulering som bygger på bildtänkande (imagery). Alltså utför Johan försöket för att observera de fenomen som försöket ger upphov till, i avsikt att förstå begreppen som den verbala informationen beskriver i en bearbetning vid ett senare tillfälle.

Ch: Ett datorprogram då, ett interaktivt datorprogram med .. bra grafik?

Emilie: Fast de e ju fortfarande inte att du .. har gjort det .. du e ju liksom inte me på samma sätt ..

Johan: Nääe

E: ...tycker inte jag ... de e ... liksom att se nån annan göra de på film , de lär du ju dig inte lika bra på som att göra det själv.

J: Nä precis

Ch: Ja men de e interaktivt, så du har liksom försöksuppställning ...

E: Jahaa såå..

Ch: ... och du styr den med musen eller nåt sånt där ...

E: Fast de e inte heller riktigt samma sak

Emilie anser inte att datorsimuleringar kan ersätta försöket, hon uttrycker att det är viktigt att få utföra försöket själv. När frågan förtydligas med att i ett interaktivt program styr man skeendet aktivt så släpper Emilie åsikten att det är som att se på film till att enbart opponera sig mot att ersätta vanliga laborationer. ”Fast de e inte heller riktigt samma sak” tolkas som att hon intuitivt känner att något saknas utan riktiga laborationer –Emilie uttrycker att verkligheten ger mer än den kopierade verkligheten.

Ab. Labvana/labkunskap

Kerstin: Och sen så får man ju labvana.

René: Vi e grymma på och titrera nu.

K: Ja! Det känns så i alla fall ... om man jämför . med va vi . innan.

Kerstin och René är överens om att laborationerna ger labvana, deras sätt att framföra åsikten ger intryck av en viss stolthet över uppövade färdigheter.

Lars: Mmm jo alltså det ger ju laborationskunskap alltså materialet och allting, alltså hur man laborerar ... men om det ger bestående kunskap om du menar så? ...//...

L: Nää ... alltså oftast ska ju labbar ju ge mer laborativvana än vad den ger /syftar på en laboration han är besviken på och som ännu inte är avslutad / ... labvana e ju bra å ha, men ... den ger ju inte mer förståelse nästan för ämnet egentligen. ...

Även när Lars är kritisk mot en laboration så tilldelar han den i alla fall värde genom att den ökar hans förutsättningar att arbeta meningsfullt i ett laboratorium. En sorts ”knowledge in action” för att använda Millars (2004) benämning. I citatet uppger Lars att laborativvandan inte direkt ger kunskap eller förståelse, tidigare har han redan klart uttalat att laborerandet ger upplevelser som han kan relatera till under studerandet av läroboken. Givet att båda uttalandena är sanna bör Lars i det senare uttalandet mena att det praktiska arbetet inte ger förståelse direkt i laboratoriet, medan han i det förra uttalandet framhåller att det episodiska minnet, i samverkan med teoristudierna, bidrar till förståelsen senare utanför laboratoriet. Vad ingår i begreppet labvana/labkunskap? Ett sätt att närma sig begreppet är en jämförelse; vid start i första klass prioriteras lästräning för att snabbt skapa förutsättningar för barnen att effektivt tillgodogöra sig verbal representation i form av läsning. Först lär de sig att använda bokstäverna för att läsa upp orden. Därefter övas de att läsa så att orden bildar meningar för att så småningom uppfatta innehållet i meningen. I de naturvetenskapliga undervisningsämnena övas användningen av icke-verbal representation i varierande grad i det praktiska arbetet. Först handlar det om att lära känna och kunna använda utrustningen. Därefter att utföra ett försök med hjälp av en instruktion. Med ökad labvana och kunskap om laborativa metoder automatiseras de praktiska insatserna i försöket vilket bör öka utrymmet för perceptuellt utbyte av försöket, försöket ”talar till laboranten”. Stadierna i den föregående beskrivningen är naturligtvis mer eller mindre parallella, men utan träningen är det inte givet för nybörjarna vad meningen med laborerandet är. Uttryck som, ”Jag vet inte vad försöket går ut på”, är mest frekvent bland nybörjare, med ökad erfarenhet ökar färdigheten att förstå syftet för ett försök.

Kerstin: De de tror jag e en sån sak som kan vara dåligt . att hålla på på en dator .. för att . där kan man inte göra fel .. på samma sätt .. de e styrt hur man ska göra saker ... de e det inte riktigt i verkligheten ... tror jag inte ... att om man filtrerar på en dator så ... så lyckas man men du lyckas kanske inte alltid när du filtrerar i verkligheten .. måste få göra några fel .. tror jag ... att tänka efter va som hände ... man lär sig ju en massa på och göra fel

Kerstin förespråkar hela tiden en konkret upplevelse. Hennes påpekande att det inte går att misslyckas när man utför arbetet på en dator tyder på att hon vill bearbeta den beskrivna teorin i verkligheten, de sanna fenomenen. I ett sant försök beror ett framgångsrikt genomförande på Kerstins agerande vilket kan stärka hennes känsla gällande varför reaktionen fungerade enligt teorins förutsägelser. Känslan att ingen annan har manipulerat resultatet för att hon ska bli övertygad om att teorin stämmer kan vara en viktig faktor. En simulerad filtrering på datorn fungerar antingen perfekt eller också har problematiska utfall lagts in slumpvis i programmet, båda scenarierna blir tydligen felaktiga för Kerstin. I det senare fallet saknar det felaktiga utfallet koppling till hennes utförande, således har reflektioner kring utfallet av simuleringen sämre förutsättningar att bidra till att hon utvecklar sin förståelse. *”Man lär sig ju en massa på och göra fel”*. Den här diskussionen grundar sig på de interaktiva program som erbjuds som substitut för kemilaborationer på grundnivå. Program med vilket utövaren meningsfullt kan reflektera över relationen mellan utfallet från en simulering av ett kemiförsök och sitt eget agerande kan bli verklighet inom en snar framtid, kostnaderna för så stora program har hittills hindrat den utvecklingen.

Ac. Affektiva inslag

För avsnittet relevant statistik

Laborationen kan påverka attityderna till kemistudier, men hur var attityderna inför kemistudierna på uppsprogsdagen? Studenterna kunde välja att markera eller avstå från att markera de olika erbjudna svarsalternativen. Totalt sju studenter använde svarsalternativet *”Annan anledning”* och redovisas därför inte.

Tabell 14. Anledningar till att studenterna läser kemi (%)

Lab-storlek	Kön	N	Av Intresse	För att få förståelse	Kursen är obligatorisk
Micro	man	24	46	50	50
	kvinnor	52	19	58	44
MAKRO	man	29	24	59	31
	kvinnor	34	15	38	56

Enligt Tabell 14 anger män som grupp i högre grad än kvinnorna att de läser kemi av intresse. Dessutom visar MAKRO-kvinnorna lågt intresse att nå förståelse samtidigt som de läser kursen för att den är obligatorisk. Med den negativa attityden till kemistudierna hos en stor del av kvinnorna i minnet verkar deras jämförelsevis positiva attityder till laborerandet vara en viktig faktor för deras kemistudier.

Lars: *Visst det blir roligare ju och man känner att man vill ju lära sig mer. Man vill ju verkligen förstå vad de e som händer ... nu slits man ju mellan tid kontra förståelse ... //...*

L: *Jaa! ... De e ju kul å labba, de e kul å laborera och det väcker ju också intresset för det ... och så tänker man ju ... "Jaha e de så här det ser ut" liksom ju. Det ger ju kemistudierna .. ja en helt ny dimension. De e ju jädrigt tråkigt å sitta och läsa i bok hela dagarna ... de blir man ju jätteless på*

Lars inleder med att framhålla att försöket framkallar en vilja att förstå. Han uttrycker vidare värdet av den konkreta upplevelsen; åsikter som kul att laborera och tråkigt att läsa – uttryck som kan tolkas av lärare som bekvämlighet eller lathet. Saknar man en konkret erfarenhet (en mental modell och/eller ett episodiskt minne) att koppla bokens verbala information till, så blir förståelsearbetet enligt den här studiens modell krävande. Lars uttryck ”en helt ny dimension” ska väl tolkas som att han får möjlighet att förstå teorin ur ytterligare ett perspektiv – en icke-verbal representation. Två skilda perspektiv - en form av triangulering. Förståelsearbetet av de verbala förklaringarna i läroboken kan bli frustrerande om de leder till mer än en tolkning och texten inte ger anledning att utesluta något av dem. Ett nytt perspektiv, en upplevelse, tolkar beskrivningarna från en ny riktning varvid de felaktiga alternativen sannolikt inte längre passar in längre.

Ch: *Vad säger ni om allt detta titrerande då som e på dom här labbarna ?*

René: *De e ju de som e roligt . ofta e det ett färgomslag. Och de e ju alltid roligt och grej.. slå om färgomslag eller ja ..*

Frågan om titreringarna utgick ifrån min uttalade kritik mot att studenterna praktiserar samma metod (titrering) i flertalet laborationer. Den ledande frågan till trots, svarar René att hon ser det som något positivt. En möjlig förklaring till det förvånande svaret är; studenterna möter hela tiden nya tekniker, ett upprepat moment låter dem utföra något som är bekant. Det är endast vid upprepning som de med jämförelser kan känna progression i arbetet. Hennes kommentar om färgomslag är betydelsefull. Att uppleva färgomslaget ”här och nu” bidrar sannolikt med starkare stimulans och övertygelse än att läsa om det.

René: *Ja jag vet inte det där med film ... sitta och se på nån som titrerar de e ju inte så roligt de e ju roligare att göra det själv och man verkligen ... som sagt får en känsla för det*

René framhåller känslan av att utföra, vilket skulle kunna tala för Paivios hypotes om haptiska minnen (*Se sidan 55*). Procedurminnet från de praktiska momenten kan finnas kvar som en minnessekvens av rörelser som läses av parallellt när hon reflekterar kring titreringar fortsättningsvis.

Ch: Skulle ni lika gärna kunna ha fått försöket /det praktiska/ beskrivet för er?

Morgan: Näe jag tycker inte det, jag tycker ju de e rätt viktigt att få ta tag i saker och känna ... alltså göra det ...

Erik: Alltså, man hade ju aldrig satt sig och "här får ni ett papper" ..ett papper att det här e de som händer, de e ju jobbigt ... det tar man ju inte till sig ..

M: Näe

E: ...för att de e så fruktansvärt ointressant för alltså de blir ju så ... vad ska man säga.. man kan inte ta på det så att ... även om det inte e kul och göra en lab så e de ju tio gånger bättre å göra en lab än å läsa om det .. om de e så ... att verkligheten har nån..

Morgans och Eriks svar stöder den roll som Lewin tillskriver "upplevandet av konkreta upplevelser", att fenomenet bakas in i ett "här och nu". Det egna försöket ger en perceptuell icke-verbal representation av fenomenet (episodiskt minne). En beskrivning av försöket skulle istället addera ytterligare en verbal beskrivning till bearbetningen av teorin – den verbala beskrivningen av fenomenet. Erik anser inte att laborerandet är roligt men han anser att det underlättar studierna, en åsikt som han delar med övriga intervjuade studenter i studien, bokstudierna kompletteras upplevelserna från laborationen (verbalt/icke-verbalt).

Ch: Men ett interaktivt program då, där de e nästan foto...

Kerstin: Men de e ju fortfarande så där och sitta framför en dator ... tycker jag .. om du sitter och trycker på en knapp de e stor skillnad från och hålla på ... och justera . på en . byrett

René: Ja jag vet inte faktiskt för det finns ju såna där ... dom där vi använde ute på båten ... den där titreringen som vi bara satt och tryckte på en knapp, som sagt jag menar det kanske inte hade varit nån så stor skillnad ... från och sipa på en tangent liksom ... så ... ja jag vet inte det hade kanske funkat de me ... med ett sånt där interaktivt program

K: Fast de ... e ju ändå mycket roligare att få göra saker i verkligheten ...//...

K: Jah! Men ja ... de e sånt man lär sig .. man lär sig ju av och labba

Ett interaktivt program illustrerar i stort sett allt som ett verkligt försök visar upp, men studenterna kan inte själva hålla i redskapen och alla perceptionella intryck kommer från en 2-dimensionell skärm, ungefär som att uppleva verkligheten genom ett fönster. Uppenbarligen är dessa skillnader eller något i dessa skillnader det som gör att studenterna förordar riktiga försök för att nå förståelse. Kerstin avvisar datoranvändning och håller fast vid att hon måste arbeta med de verkliga objekten. För den erfarna kemisten kan interaktiva program framstå som bra ersättare till verkliga laborationer. Datorsimuleringar har det senaste decenniet, i vissa forskningssammanhang, t.ex. forskning på molekylärnivå, visat en ökande trend att ersätta traditionella experiment för att belägga en hypotes. Skillnaden mellan Kerstin och

dessa erfarna kemister är att dessa redan tillägnat sig verklighetens försök på laboratoriet och därför har möjlighet att omedvetet tillföra de egna erfarenheterna i kontakt med ett interaktivt program. Kerstin saknar erfarenheter, från den 3-dimensionella världen, uppenbarligen nödvändiga för hennes omtolkning av datorskärmens 2-dimensionella visualisering till den verklighet hon lever i. Enbart uttrycket ”framför en dator” visar att hon anser sig vara skild från försöket. Uttryckt som dimensionalitet; man kan betrakta 3D inifrån men 2D (skärmen) betraktas utifrån. Inte ens när René försöker uttrycka sig positivt om datoranvändningen lyckas hon inte uppbåda någon entusiasm för att avstå från verkligt laborerande.

Ch: Såna här laborationer /det praktiska/ på datorn då? Då e de ju interaktivt!

Lars: Ja alltså vi har ju haft ... vilka var det ... Ja de va gas, ja just de ja! ... De e interaktivt, men oftast e de ju ruskigt tråkigt tyvärr!

Ch: För att ?

L: Du sitter och väntar på att den hära kolven ska slå igen och så tar det tio minuter ...

Lars pekar omedvetet på ett problem med användningen av datoranvändning. Studentgenerationens representanter är antingen ovana datoranvändare eller väldigt intresserade och erfarna användare. Den första gruppen, vilken Kerstin förmodligen tillhör, ser ofta datorn som ett negativt inslag, om hanterandet av datorn tillför problem sänks motivationen ytterligare. För den andra gruppen är datorhanterandet oproblematiskt, om datorn däremot fungerar sämre än den egna datorn hemma sjunker motivationen. Om mjukvaran upplevs som ålderdomlig, ger sämre visualisering och, som i Lars exempel, innehåller upprepade långsamma moment (dödtid) så försvinner motivationen snabbt. Om datoranvändningen används för en tillämpning som inte kan ersättas med vanliga laborationer, t.ex. på molekylärnivå, kan studenterna förmodligen ha överseende med bristande prestanda.

Johan: Nä, de kan nog variera från person till person, om man ... sitter mycket vid datorer och spelar eller så ... då tror jag att ... att de kan va en del bättre än bara papperet ... men de e säkert fortfarande bättre å laborera i ... ja ... verkligheten då

Även Johan diskuterar datorns begränsande förutsättningar att bidra till ett meningsfullt utbyte – det krävs stor vana av att uppleva virtuella verkligheter på datorn. Alltså istället för att diskutera om datorn kan återge verkligheten inför han indirekt perspektivet; *Kan datoranvändaren ta till sig den verklighet som datorn återger?*

Diskussionerna om datoranvändning på de senaste sidorna antyder flera problem som kan utveckla negativa känslor. Utvecklingen av datorerna och programvarorna är under snabb utveckling, men fram till nu, alltså de erfarenheter av datoranvändning som studenterna kan uttala sig om pekar på datorns brister när det gäller handskandet med datorer, brister i

programvaran, bristande närhetskänsla, bristande verklighetskänsla. Fenomen som visar sig under laborationer följer inte digitala instruktioner utan uppstår ur en analog verklighet vilket verkar vara av betydelse för förtroendevärdet hos upplevelsen. Studenternas kommentarer talar, i nuläget, emot Hawkes (*Se sidan 19*) hävdande att simuleringar på datorer skulle kunna ersätta verkliga laborationer.

Ad. Erfarande att verkligheten avviker från föreställningen

Kerstin: *Man får ju ändå liksom det här ... under titrering ... så tar det ändå lite tid för de å hända saker ... man får en känsla för hur fort reaktioner och sånt ... och det kan du inte få av fotografier ... som du läser en text till ... tycker jag .. eller tror jag i alla fall*

Erik: *De ger ju ingen känsla för typ felmarginaler och fel, vad som kan gå fel va .. bara genom å sitta och läsa ... då när man håller på å titrera, det låter ju så himla enkelt när du läser om det men det blir inte levande...*

Kerstin, René och Erik talar om känsla. Laborerandet bidrar till tid och rum, de förutsättningar som Kant talar om för att förstå världen. Ett försök genererar mängder av information, strukturerad i tid och rum, tysta kunskaper som en erfaren person anses bära (*Se sidan 55*). Den verbala representationen har svårt att förmedla motsvarande information, men utgör en viktig komponent för att tolka och förstå försöket. Kerstin får en känsla för hur tidsfaktorn varierar för olika reaktioner – hon upplever tidsskillnader. Erik kan tolkas som att det inte är förrän han upplevt titrerandet som texterna om olika felmarginaler talar till honom –han upplever verklighetens slumpfaktorer. Texten har svårt att förmedla variationerna som något meningsfullt så länge dessa inte har upplevts.

Ch: *Du var ju inne på många AHA ... om du tänker efter kan du på nåt sätt relatera det?*

Kerstin: *Det är oftast inte när jag läser ... oftare ... när jag får göra saker praktiskt samtidigt*

Ch: *Som har med det och göra, eller kan det lika gärna vara när du diskar?*

K: *Nej, det ska ha nån anknytning ... jag fick en sån AHA-upplevelse när man skulle lära sig såna där konstiga namn i organisk kemi .. då fick jag såna när jag fick sitta och leka med ... små byggstenar och sätta ihop egna molekyler ..*

Ch: *När du säger byggstenar menar du då ... kulor och sånt?*

K: *Ja, precis .. och ha egna ... eller sätta bindningar som hamnade rätt ... då fick jag en AHA-upplevelse ... måste göra nånting ... mer än med ögat och hjärnan ... alltså mer än och läsa ... om man måste läsa nånting hjälper bilder, det kan inte bara vara text*

Kerstin anser att hennes förståelse kommer stötvis. Inte när hon läser utan när hon sysslar med det hon försöker förstå. Eftersom aktiviteten måste ha anknytning handlar det inte om inkubation. Exemplet påminner om Gestaltteorin, de insamlade kunskapsbitarna bildar plötsligt en helhet i samverkan med det praktiska.

B. STUDENTERNAS ÅSIKTER OM LABORATIONENS OLIKA DELARS BIDRAG TILL FÖRSTÅELEN

I det här avsnittet uttalar studenterna sig om laborationens olika skeden vilka, enligt definitionen i den här studien, utgör laborationen. Under analysen upptäcktes att studenterna har uttalat sig om laborationshandledningen och själva försöket i anslutning till de andra delarna och därför kommenteras de endast med refererande till de redan använda citaten under en egen rubrik senare i avsnittet.

För avsnittet relevant statistik

Förberedelsearbetet inför laborationen är viktigt för att skapa gynnsamma förutsättningar att tillgodogöra sig laborationens olika inslag och förståelse av de i försöket ingående fenomenen i ljuset av de vetenskapliga beskrivningarna. Tabell 15 och histogrammen i Figur 21 återger studenternas skattningar av sina egna studieinsatser de föregående sju dagarna.

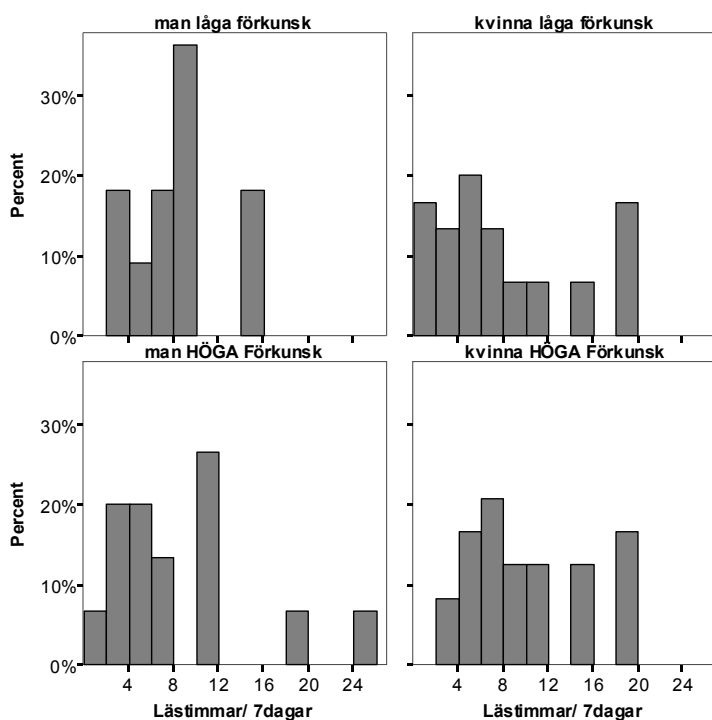
Tabell 15. Antal studietimmar den senaste veckan

Kön	”Förkunskaper”	N	medel	sigma
man	låga	11	9,0	3,8
kvinnor	låga	30	8,9	6,2
man	HÖGA	15	9,4	6,3
kvinnor	HÖGA	24	11,0	5,2

Indelningen ”förkunskaper” (resultatet på förtestet) visar gruppmedel som tyder på att studenterna studerat ca 10 timmar vilket skulle kunna innebära att de anländer förberedda för laborationen. Enligt diskussioner i det här avsnittet kan bristen på

erfarenheter ha en hämmande effekt på förberedelserna, om de förbereder sig.

Figur 23 återger hur förberedelserna ser ut på individnivå. Histogrammen har en intervallbredd på 2 timmar (intervallgränserna räknas in i de nedre intervallen). En grafisk uppskattning ger vid handen att cirka 20% av studenterna har studerat totalt fyra timmar under de senaste sju dagarna vilket bör innebära att de inte är förberedda för laborationen, alternativt att om de endast förberett laborationen kan de knappast ha hunnit med sina teoristudier. Hur många av dem som studerat mer än fyra timmar, som förberett sig eller försökt utan framgång



kan inte förutsägas ur materialet, men enligt Reid och Shah (2007) kommer majoriteten av studenterna oförberedda till laborationen.

Figur 23. Antal studietimmar den senaste veckan

Ba. Förberedelserna inför laborationen

Problemen att förbereda sig när man saknar erfarenheter

Ch: Om du tänker tillbaka på allt möjligt ... du har känt ögonblick när "WOW nu fattar jag"

Lars: ... de här första veckorna på kursen ... då fattade man inget första veckan. Då fattade man ingenting, och sen när vi kom tillbaka nu så repeterade vi ... då föll allt på plats

Repetitionen, en beprövad och framgångsrik metod för förståelse, men i det här fallet är nog den troligaste orsaken att förståelsen infann sig - ökningen av erfarenheter mellan de båda beskrivna tillfällena. Övriga intervjuer arrangerades inom ett par dagar efter att studenterna videofilmades i laboratoriet, i Lars fall fick intervjun skjutas upp. Lars videofilmades under sitt arbete i laboratoriet den 27/1 (nära kursstart) han intervjuades den 15/3 (nära tentamen). Lars säger att under de första veckorna förstod han ingenting. De extra sju veckorna möjliggör att Lars kom till intervjun med ett längre tidsperspektiv än övriga studenter. Han hade hunnit

samla på sig erfarenheter från verkligheten representerade av fler laborationstillfällen, från vilka Lars kunnat skapa mentala modeller och möjligheten att se informationen ur ett nytt perspektiv. För den som påbörjar sina kemistudier innehåller informationsflödet en stor andel verbala representationer som saknar mening för mottagaren, dessa kan antingen passera ohörda av mottagaren men kan också fånga dennes intresse. När dessa distraktorer fångat mottagaren finns en risk att de minskar delar av fokus på informationens helhet för att istället använda uppmärksamhet på att förstå distraktorerna. Starkt bidragande orsaker till de inledande svårigheterna att förstå kan sannolikt tillskrivas avsaknaden av erfarenhetsmodeller att bearbeta informationen mot samt det verbala flödet av begrepp som inte hunnit bli meningsfulla.

Ch: Man skulle kunna tänka sig att ni får försöket beskrivet så att ni sen kan räkna på det.

***Kerstin:** Nä men då fattar man ju inte vad som händer under titreringen*

***René:** Nä men då kan man ... lika gärna liksom gå igenom labhandledningen och så där ... man fattar ju ändå inte . när man läser så där.. man kanske har en någorlunda bild men sen så blir det ändå helt annorlunda när man får göra det själv, då går det ju verkligen in*

***Lars:** ...för jag hade ändå läst det där i oorganisk kemi, alla kapitlen, och lärt mig det ganska bra ... fast så kom jag ändå till labben och kände mig helt vilsen ... att "Jag har ingen aning om vad som händer i den här ..." eller "Vad som händer i den här"*

Varken Kerstin eller René anser sig kunna undvara laborationerna när det gäller förståelsearbetet. René's och Lars kommentarer tyder på att för en nybörjarstudent i kemi är det inte lätt att förbereda sig för försöket! Laborationshandledningen gör referenser till objekt och objektens agerande i kemins värld. Studenterna har inte många erfarenheter av den världen ännu. Verkligheten motsvarar inte den mentala modell som René eller Lars gjort sig av försöket under förberedelserna. Upplevelserna från genomförandet av försöket ger nya perspektiv som ger dem möjlighet att justera sina modeller. Det är tänkbart att deras uttalanden även omfattar de förväntningar, grundade på nybörjarnas begränsade teorikunskaper, angående försökets utfall inte uppfylldes.

Ch: ... på videoupptagningarna slås man av att det handlar mest om att kontrollera utförandet.

***René:** ... jag var ute ur bild så ofta för jag sprang iväg och skulle fråga bara "Hur mycket"*

Med ökade erfarenheter minskar antalet "utförande"- frågor, men innan dess tar de både energi och fokus på kemien från studenterna. Medvetna om sina svårigheter att koppla den verbala informationen till verkligheten oroar de sig för att misslyckas med försöket. Oron

leder till att de hellre frågar i onödan än att riskera att göra fel. Man skulle kunna uttrycka det som att de lånar erfarenhet av labassistenten.

Ch: Färgfoton då? ...Snygga färgfoton

Morgan: Det kan ju va bra och ha liksom för att man ska veta vad man kan förvänta sig men det kan ju inte ersätta en laboration, en praktisk laboration, kan det inte ersätta inte ens en video eller nåt sånt

Ch: Inte ens en interaktiv video?

M: Nej det kan ju va liksom ett hjälpmedel men jag tycker absolut inte /ohörbart/...

Citaten ovan kopplar till diskussionen om problemen att förstå under förberedelsearbetet. Om man tolkar uttalandena utifrån aspekten dimensioner och bristande laberfarenheter erhålls en speciell bild. Morgan uttrycker att fotografier (2D) och även interaktiv video (2D) är länkande redskap mellan laborationen (3D) och de verbala instruktionerna (0D) (Se sidorna 19 och 66). Med den verbala instruktionen, i sig dimensionslös, konstruerar studenterna föreställningar (mentala modeller) om av vad som väntar dem i laboratoriet, detta för att effektivisera både det praktiska och kognitiva arbetet under försöket. Morgan vill inte använda de erbjudna alternativen för att ersätta laborationen, han ser dem istället som värdefulla icke-verbala kompletteringar för att underlätta förståelsen under förberedelserna. Den verbala instruktionen i samverkan med fotografier ökar informationens underförstådda dimensioner till två. Informationen i samverkan med interaktiva program leder förberedelserna ännu närmare den 3-dimensionella verkligheten. Det är fortfarande bara laborationen som ger signaler från den sanna verkligheten (Se tidigare diskussion angående datorns kognitiva begränsningar sid 105-107). Användandet av ett interaktivt program som förberedelse av laborationen erbjuder studenterna att tillägna sig försöksprocedurens olika steg före laborationstillfället. Den didaktiska effekten av att ha simulerat försöket på datorn innebär att de kan genomföra laborationen med fokus på att observera försökets signaler och mindre på att tolka utförandeinstruktionen.

Bb. För genomgången (Prelab)

Ch: Genomgången /Prelab/ av ... utförandet då ... skulle man ta mindre av det?

René: Det var ju väldigt tydligt det du sa men sen när man väl sätter igång har man ännu ... "Vänta nu hur var det .."

Kerstin: en massa frågor

R: Då e man inte säker.. "när var det nu jag skulle skölja ner dom här".. ja .. "dom sakerna"

K: Men ... det får ju inte va för lång genomgång för att då har man glömt bort ... det viktiga utan bara kommer ihåg smådetaljer här och där, och det får ju inte va för kort för man ska ju kunna genomföra det själv .. ändå

Det kritiska är om informationen blir för omfattande så att man inte kan ta den till sig. Genomgången före bedömdes som mycket tydlig men ändå uppstod många frågor! Det handlar om nybörjarstudenternas dilemma. Verbal information har svårt att informera den oerfarne som inte har tillräckligt med inre relevanta bilder. Morgan uttrycker en nybörjares behov av en presentation av utrustning (Hur utrustningen ser ut och hur den används) och en kort och koncis genomgång före det praktiska arbetet, så att de vet hur de ska genomföra försöket och vad de förväntas få ut av försöket (Hur och varför).

Bc. Eftergenomgången (Postlab)

Sandra: Ja gärna ... kanske genomgång efter också ... för att innan är det svårt att sätta in "Jaha den här reaktionen kommer att ske" men ...

Inför eftergenomgången har laborationsproceduren byggt upp en förmånlig situation för att nå förståelse, en ZOPED-situation (Se sidan 38). Deltagarna har fått teorin presenterad och förberett sig inför laborationen. Försöket har bidragit med, till teorin, relevanta iakttagelser i tid och rum. Upplevelserna leder i normalfallet till en nyfikenhet, en önskan att förstå det upplevda. Genomgången styrs av diskussionen mellan studenter och assistenten. På frågor ges förklaringar som studenterna är väl förberedda att förstå. Förståelsen utvecklas i diskussionen. Assistenten övervakar att diskussionen leder i riktning mot förståelsemålet.

Carla: ...så vill jag ha det förklarad efteråt alltså när man typ dan efter ... inte sista halvtimmen för då e man så väck i huvet så då vet man inte vad man heter så då får man ändå inte in nånting ... utan då ska det ske dan efter i så fall ... så att man då kan få den här AHA-upplevelsen att ... "Aha det var därför det blev lila och det var då reaktionen skedde... och då blev det så här och så här ..." för det hinner man inte förstå under labben ..

Enligt Carla är den mentala kapaciteten förbrukad efter laborationspasset. Nybörjarna har då tagit emot informationen under prelab, de har tolkat försöksbeskrivningen och samtidigt med utförandet koncentrerat sig på att tolka signalerna från försöket. Detta leder Carla till konstaterandet, trots att eftergenomgången bör genomföras i anslutning till laborationen, att dagen efter verkar vara ett optimalt tillfälle för förståelsearbetet. När studenterna är utvilade kan förmodligen fler studenter involveras i postlab diskussionen.

Kerstin: Och så fick vi en genomgång på slutet som ...

René: *Ja knöt ihop allting. om man hade några funderingar så där .. då fixar man dom då*

René vill fundera under försöket utan att ha fått någon teorigenomgång för att sedan under postlab få förklarat det hon inte har lyckats förstå på egen hand. Hennes kommentarer stärker intrycket att hon arbetar aktivt att förstå så mycket som möjligt redan under laborationspasset. Antingen konfirmerar eftergenomgången hennes nyvunna förståelse eller låter den henne förstå den verbala beskrivningen med stöd av återerinring av episodiska minnen från försöket.

Ch: *Gav den genomgången i slutet något?*

Kerstin: *Ja ... för jag hade inte fattat det där med ... varför .. järnet fastnade i kolonnen .. men det hade jag kanske velat ha ... redan innan .. alltså..*

Kerstin håller med om att eftergenomgången ger förståelse, men föredrar att få teorin presenterad under förigenomgången för att ge henne möjlighet att förstå försöket redan under utförandet, med användande av teoribeskrivningen som en ”vägbeskrivning”. Eftergenomgången kommer då att konfirmera om hennes förståelse av teorin stämmer med assistentens upprepade beskrivning alternativt att hon upptäcker vilka korrigeringar hon behöver göra för att omforma sin förståelse till överensstämmelse med vetenskapssamhällets syn.

Erik: *Ja det tycker jag ... genomgången efteråt*

Morgan: *Då förstog man ju allting eller vad det handlade om....*

Erik och Morgan kände att de förstod laborationen under eftergenomgången.

Morgan: *För att man fick det förklarat för sig liksom ... man man .. jag fick förståelse när jag tog fokus på varför en liksom gick fortare än den andra /ett färgband passerade kolonnen snabbare än det andra färgbandet/ och sen när du förklarade för oss /komplekxemin som styrde de observerade färgbandens mobilitet/ så vi hängde med så fick man verkligen förståelse för det.*

Morgan hade koncentrerat sig på att förstå det episodiska minnet av en observation, en förbearbetning som underlättade hans förståelse av min förklaring senare. Det här är ett exempel på tid- och rumsaspekten och nyfikenheten, Morgan kunde ur det upplevda välja ut vad han fann som intressantast och försöka förstå teorigenomgången ur detta partikulära fokus. Denna strategi påminner om gestaltisternas exempel att möta en person vid tåget och att ur strömmen av resenärer urskilja just den person man ska möta. Morgans fokus gjorde att han hade möjlighet att känna igen dess motsvarighet i teorigenomgången. Teori och erfarenhet förklarar varandra i samverkan, vilket överensstämmer med Paivios förklaringsmodell (dubbelkodningsteorin).

Bc1. Förståelse under eftergenomgången – ”lån av kognitiv kompetens”

Ch: Mmm men även om jag då förstår det jag förklarade framme vid tavlan ... så kan jag ju, jag kan ju inte bara överföra min förståelse genom prat ... utan ni måste ju själva .. göra nåt

Erik: Nä men jag håller med om det, ... man kan ju lyssna på en föreläsare i två timmar ”Ja det här verkar jättefint” men sen när man ska göra det själv så ... bara fattar man inte alls ... eftersom de inte e en själv som står och tänker utan de e föreläsaren som står och tänker åt en då vid tavlan liksom och förklarar så här e de så låter de jättebra eftersom föreläsaren kan förklara det så .. bra, och .. man måste på nåt sätt själv få struktur

Både Morgan och Erik hävdar att försöket följt av eftergenomgången förbättrade förståelsen. När de ombeds förklara varför de får förståelse från eftergenomgången använder Erik en föreläsning som exempel. Här stöds ”scaffolding” tanken (Se sidorna 38 och 69), att de kan förstå när föreläsaren, med hjälp av sin egen förståelse, leder deras tankar. De har genom ”lån av kognitiv kompetens” tillfälligt förstått och kunnat uppfatta lösningen ur ett förståelseperspektiv, en upplevelse som erbjuder hjälp senare i det egna arbetet att nå tillbaka till samma ”klarsyn”. De inser att de själva måste arbeta för att återfå samma struktur i sitt tänkande - samma förståelse.

Bc2. Eftergenomgången - Laborationsrapporten

Carla: ... en timma ... och bara diskuterar, det behöver inte va nån redovisning utan bara att ... man kan ställa frågor och labassistenten kan förklara ”Jamen ni gjorde ju så här och då hände detta o detta” ... för då upprepar man allt igen ... då fastnar det mycket bättre och då får man en större förståelse

Sandra: Det skulle man nästan lära sig mer på än att sitta med en labrapport ...

C: ... som Sandra sa ingen labrapport .. i så fall, utan hellre en timmes genomgång dan efter .. när man har hunnit liksom smälta labben lite ... det skulle ge bättre än en labrapport

Sandra: ... för att jag kan säga, jag hade säkert lärt mig mer då än vissa labrapporter, men om de ... glädjer läraren att man lämnar in nånting så kan man ju göra det, men i så fall ska man liksom va då så att man har förstått det ...//... att då även dom som sitter och hästesöver då liksom och inte bryr sig, dom tvingas ju ändå att skriva ner...

Sandra och Carla anser att diskussionen under eftergenomgången bidrar mer till förståelsen än laborationsrapporten. De håller med om att rapporten kan öka det kognitiva utbytet från laborationerna för mindre motiverade studenter, men att dessa själva ska ta ansvar för sitt lärande, utan krav på inlämnad rapport. Sandra föreslår att det kan räcka att de under

eftergenomgången fyller i en rapport som lämnas in. Förslaget har fördelen att alla måste formulera sig men samtidigt blir inte rapporten något som hänger över studenterna efteråt.

Bd. Diskussioner

Ch: ... diskuterade ni under lab/det praktiska/ eller efter lab eller... vid rapportskrivandet?

Carla: Ja både under lab... för att försöka förstå vad som hände... och sen när vi skrev labrapporten måste man också diskutera

För Carla och Sandra är diskussionen viktig för deras studier både på och utanför laboratoriet.

Ch: Va e de då som gör att de går lättare å förstå när man diskuterar?

Erik: För att då måste man vrida på det för en just själv för att kunna ha nåt vettigt att säga ... man måste ju vrida på det fram och tillbaka för att få det ut i ord liksom

Morgan: Så kan man få nya infallsvinklar också ... de e lätt hänt om man sitter och klurar på nåt man inte alls fattar ... så kör man på ett reträttspår ... så kommer nån med nya färska tankar så kommer man in på spåret igen

E: För det bästa sättet å lära e ofta att försöka förklara nånting för nån annan ... om man inte förstått det själv e de ju helt omöjligt för den som man förklarar för att förstå, så då måste man ju verkligen förstå ... sen e de alltid nån liten sån enkel dum fråga som raserar hela ens föreställning om vad nånting är

Ch: Och hur går man vidare då då?

E: Då får man ju titta på det igen

M: Tar en paus!

Samarbete ger fördelar anser både Morgan och Erik och det ger avstämning med kamraten att förståelsearbetet går i rätt riktning (*Språkspel se sidan 38*). För att detta ska ske effektivt krävs begripliga kontextuella formuleringar. En förklaring till kamraten ska ge relationer till ny kunskap. När ett gap uppstår ska det bero på att kamraten inte förstår argumentet eller att den förklarande inte upptäckt gapet själv. Det talar för vikten av att redan från kursstarten öva upp förmågan att snabbt kunna formulera sig begripligt inom den naturvetenskapliga kulturen så att man effektivt kan delta i yttre samtal.

Det avslutande ”Ta en paus!” som metod att komma vidare i förståelsearbetet är intressant. Dels kan det vara ett sätt att efter pausen kunna fortsätta arbetet med nya krafter, dels kan vara en indikation på att fenomenet inkubation/insikt (*Se sidorna 29 och 63*) har betydelse för att informationen ska samverka till att en saknad relation ska uppstå i ett icke-eliminerat gap.

Ch: Och varför e diskussioner med kompisar så bra då?

Lars: Dels förklarar dom på ett annat sätt tror jag och på en annan nivå än vad din lärare gör ... vi hade en redovisning idag till exempel ... jag hade förstått det innan, men när jag lyssnade på den redovisningen av det förstog jag ingenting. Jag förstog inte vad han ville skulle komma ut av det.

Ch: Jaha det var läraren som redovisade?

L: ... ja ... dom får ett annat språk och får ett annat tankesätt och ... än vad jag förstår helt enkelt i alla fall

Lars tvekar inte när han värderar diskussion ”med kompisar” som viktigast för förståelsen. Lars liksom Carla /senare i texten/ uttrycker att kamrater förklarar på rätt nivå till skillnad från undervisarna.

Bd1. Diskussioner under försöket

Kerstin: Ja jag fick en liten WOW-upplevelse när jag förstod att ... kopp.. eller zinken .. reducerade där ... då fick jag en sån där . ”Jaha ... ja ja de e därför vi har de där ..” då fick jag en liten förståelse för kemin ...

Ch: När var det ?

K: På labbet! När vi diskuterade

Videoupptagningarna i laboratoriet visar att studenterna inte diskuterade teorin under försöket med ett undantag, Renés och Kerstins samtal. Man kan konstatera att för nybörjarstudenterna, på den aktuella kursen, är det ovanligt att samtalen handlar om teorin. En sannolik förklaring är att samtal i syfte att förädla teoriförståelsen upptar mycket av uppmärksamheten vilket kan leda till att de missar att genomföra försöket korrekt. Studenterna prioriterar samtal om utförandet och samtal som inte kräver någon större uppmärksamhet, samtal om teorin skjuter de upp tills försöket är avklarat.

Sandra: ... ”Ja e de så här vi ska göra liksom” så man har fattat ... labhandledningen rätt liksom så att man e liksom överens va, e de så här vi ska göra nu liksom ...//...

Carla: Ja.. om nån av oss inte e med så måste man ju fråga den andra vad e det som händer.. det e ju inte så att en ska stå och göra labben utan... båda måste ju förstå vad som händer

Det framgår av vad Sandra och Carla säger att de anser att diskussionerna (yttre samtal) bidrar till fördjupad förståelse (inre samtal). Försöken i laborationskursen innehöll många procedursteg och i regel tog det två timmar att genomföra försöken därför såg studenterna ingen möjlighet att upprepa försöken vid eventuella misslyckande. Videostudier av arbetet visar att labparen hela tiden är upptagna med utsaga-bifall-insats (Se sidan 38) vilket är en förklaring till att eventuell bearbetning av teorin under försöket genomförs utan yttre samtal.

Bd2. Diskussioner efter försöket

Carla: Den lab som lärde mig mest var den när vi redovisade dan efter ... när vi fick sitta i grupper och diskutera ... då fick jag förståelse för vad ... som hände överhuvudtaget ...//...

Sandra:.. och då förklarade man liksom på våran nivå .. och dom har liksom samma förkunskaper som vi har och då kanske vi då känner när de läste det avsnittet att det här fattade inte vi och då kan vi ju säga det då ... ja så de e väldigt bra som de e nu.. ...//...

... dom vi har som föreläsare dom e ju så duktiga på sin grej men ... när dom ska gå ner på våran nivå ... de e där svårigheten kommer ... och liksom förklara och nästan dumförklara oss ... å de e inte alla som klarar det ...//... .. om man då får en förklaring av en klasskamrat ... då behöver den ju varken höja sig eller sänka sig utan det räcker med och förklara på den nivån som man e på ... kan de va större chans att man får en bättre förståelse...//...

C: /orbitalernas olika energinivåer/... hur du skulle fylla på dom .. det hade jag inte förstått va .. jag visste nog inte hur man visste.. var strecken skulle vara eller nånting

Ch: Men det hade ändå föreläsaren gått igenom va !?

C: Ja. .. Han hade inte förklarat exakt att du skriver det här strecket och sen så vet jag att strecket ska va lite åt det hållet eller ... utan han skrev ju bara upp diagrammet och sen så .. sa dom att ja men nu så sätter vi en där och en där och en där och sen fyller vi på så här ... det hade dom förklarat men inte hur du målade upp ... diagrammet ... inte så att jag förstog det i alla fall ... men det förstog jag... när det var nån grupp som gick igenom på den laben

Sandra och Carla kommenterar en laboration i Oorganisk reaktionslära vilken innehåller ett antal småförsök som avser att visa samband mellan grundämnenas egenskaper och deras placering i Periodiska systemet. Laborationsrapporten har ersatts med muntlig redovisning av delmoment, gruppvis inför resten av ”klassen”, nästa dag. Gruppdiskussionen efter utförandet och före redovisningen framhåller Carla som betydelsefulla för hennes förståelsearbete. Sandra anser att de muntliga redovisningarna framfördes på rätt nivå av deras kamrater (generationstypiskt språk utan onödiga tillägg) och det var lätt att tala om för kamraterna när man inte fattade. Kerstin tillägger att föreläsarna kan sitt ämne men att det är för svårt för dem att sänka sig till keminybörjarnas nivå.

Först har studenterna (under stress) fått erfarenheter av reaktionerna som ska behandlas, sedan har de förberett sig (enskilt eller gruppvis) med bearbetning av materialet, efter schemalagd tid. Nästa morgon har de tillgång till assistenter som dels kan svara på frågor och dels kan sätta rätt litteratur i händerna på studenterna. Var grupp består av cirka 8 studenter och de har ungefär 90 minuter på sig att förbereda sina redovisningar; fördjupad kunskap och

konstruktion av illustrerande figurer att förstärka den verbala framställningen med. När den verbala presentationen framförs av kamraterna är situationen snarlik ZOPED. De som lyssnar har ännu inte en egen förståelse, men har erbjudits möjlighet att aktivt samla på sig erfarenheter och kunskaper och är motiverade att lyssna för att förstå. Genom sin fördjupning axlar de presenterande kamraterna rollen som den kompetente. Situationen ser ut som en vanlig föreläsning, men villkoren för samspel är annorlunda. Den lyssnande kan identifiera sig helt med den kompetente; liknande ålder, liknande klädsel, liknande språk och samma "maktposition". Med sin "dagsfärska" förståelse, förklarar den talande helt i linje med sitt eget förståelsearbete och den lyssnande kan känna igen sättet att tänka vilket underlättar att följa resonemanget. Min tolkning av situationen är att den lyssnande får tips om hur vederbörande ska tänka för att nå förståelse, till skillnad mot situationen då en vanlig föreläsare förklarar samma sak. Föreläsaren kan enbart förklara sin egen förståelse, inte förmedla känslan att nå förståelsen.

Carlas sista kommentarer i avsnittet finns med som illustration på vad som hade behövt förklaras i undervisningen, ett behov som kamraterna insåg och förklarade.

Bd3. Diskussioner till rapportarbetet

Ch: E de skillnad på att skriva ensam eller tillsammans ?

Sandra: Ja OK de e ju lättare om man sitter ihop, för då kan man diskutera vad den andra tycker ... man har samma åsikter om man frågar.. och då lär man sig mer på det också ...//...

Carla: Ja och sen så kommer man ihåg mer om man har diskuterat .. alltså man kommer ihåg mer om man får sitta och diskutera ihop liksom .. än och sitta helt själv ... jamen jag tror det e så här fast jag e inte säker, om jag då diskuterar med nån annan och den personen har förstått samma sak .. så lär man ju sig på det och kommer ihåg det sen lättare

Studenterna hävdar att diskussionerna under rapportskrivandet är viktiga för förståelsearbetet. Diskussionerna har samma struktur som ubi men då psykologin i situationen är annorlunda överensstämmer den bättre med språkspel beskrivna av Wickman och Östman (Se sidan 38). Språkspelet beskrivs av Sandra som "vad den andra tycker ... man har samma åsikter". Att skapa relationer är det avgörande i språkspels fortskridande. Om Sandra och Kerstin aldrig hade träffats innan och skulle skriva rapporten ihop, skulle de relationsskapande mötena kräva mycket av den verbala kommunikationen då de enbart skulle kunna nå varandra med ordens hjälp. Om de hade känt varandra som barn och nu åter träffades skulle fler kommunikativa redskap vara möjliga att använda, som att relatera till något avlagset episodiskt minne eller till något fenomen som hör ihop med ett för båda välkänt objekt eller till ett speciellt agerande

från en gemensam bekant. Nu har de en vänskap etablerad sedan utbildningens start för ett år sedan och deltagit i samma föreläsningar vilka ökar deras verbala chunkar, alltså när en av dem refererar till en speciell föreläsning eller en tidigare diskussion av något avsnitt kan den andra återerindra ”all” verbal information som referensen betecknade. I undervisningen har de vid laborationen försetts med den episodiska erfarenhet som rapporten ska handla om vilket innebär att hela den spatiala och kronologiska strukturen från arbetet hjälper till i mötena, vilket avlastar den verbala informationen rejält beträffande relationsskapandet. Ju fler kommunikativa möjligheter de har desto större chans har de att skapa en relation även om den verbala kommunikationen brister i precision. Kerstins avslutande kommentar stärker ordspelets relevans, man anser sig ha en relation mellan står fast och en utsaga och testar denna mot kamraten för att se om man förbisett ett gap. Om kamraten håller med får minnet av relationen en förstärkning.

Ch: *Ja ni har varit inne på rapportarbetet. Skriver ni det tillsammans?*

Johan: *Ja de brukar vi göra*

Ch: *Vad får ni ut av att göra det tillsammans då?*

Emilie: *Att man kan diskutera ... inte bara om man kör fast då ... kan man ju sitta där. Nu kan vi ... diskutera varför det inte stämmer eller om man kommer fram till olika svar så ... får man ju se vad de e som ...*

J: *Skulle man sitta själv skulle de nog ta ... mycket längre tid, tror jag. Det skulle säkert bli fel fler gånger ...*

E: *Jag tror man lär sig mer på å diskutera det hela också.*

J: *Ja*

Emilie och Johan diskuterar och skriver rapporten ihop. Deras tolkning av samarbetet, ur mitt språkspelsperspektiv, pekar ut samtalet som ett tidsvinst redskap att tillsammans formulera sig korrekt på kortare tid än vad de klarar av var för sig. Att med egna ord formulera sig korrekt förutsätter förståelse, eller snarare; när man inte kan formulera sig anser utbildningsvärlden inte att man har förstått. I tänkandet använder människan en grundläggande inre symbolrepresentation som i vissa avseenden förstärkts med den verbala representationen. Sett ur språkspelets perspektiv kan förståelsearbetet beskrivas som att individen tänker utifrån ett ”står fast” och adderar ett ”inre möte”. Om en relation uppstår till det nya är det ett nytt ”står fast”. Det är här som ”relationen” blir ett så viktigt begrepp. Två personer har större möjlighet än en person att finna det möte eller den kombination av möten som kan etablera en relation till den nya kunskapen. Ökningen av kognitiv kapacitet vid samtänkande erhålls till priset av kognitiv kapacitet hos var och en som följd av nödvändigheten att omforma den del av

tankarna som representeras av symboler till kommunicerbar verbal information. Som redan nämnts ovan är det endast verbaliserad förståelse som ger poäng i utbildningssammanhang vilket gör den kognitiva kapacitetsförlusten obligatorisk. Emilie menar att man lär sig av att diskutera. Diskussions-partnern ger tips till lyssnaren hur teorin ska tänkas och verbaliserar samtidigt sina egna tankar, enligt Sawyer (*Se sidan 39*) ger formulerandet effektivt lärande.

Bd4. Förståelsefrågor till laborationsrapporten

Carla: Mmm även om man stod och svor över alla frågor som man har på labrapporten så ...så e de ju dom som får en att tänka efter vad de e som har hänt och vad de e som man har gjort.. ja.. och så där så att de e väl OK ...//...

C: Näe alltså... förstår du vad frågan menar så du kan den så e de ju bara att skriva men förstår man inte eller har man ingen aning om vad svaret e så får man ju leta i böcker och liksom... försöka hitta nåt bra svar.. och då får man förståelse

Förståelsefrågor angående kemin i försöket har tillfogats i slutet av instruktionen, och de ska finnas besvarade i rapporten. Frågornas syfte är att få studenterna att med egna ord förklara specifika saker som de har upplevt under försöket. Precis som en turist i en ny stad inte vet vad som är värt att titta på, behöver studenterna guidning i vad de ska lägga märke till, frågorna har den rollen också. Carla diskuterar den aktiverande roll som dessa spelar. Carla (och Sandra) anser att frågorna aktiverar dem att leta i litteraturen efter lämplig information för att förstå teorin tillräckligt bra så att de ska kunna formulera relevanta svar.

Emilie: ... jag och Johan satt och skrev ... labrapporten och jag fattade varför järnjonerna fastnade i kolonnen först och varför dom inte gjorde det sen ... det var bara "Jahaa!" ... det var bara den där frågan i slutet på labrapporten när man skulle svara på vad en jonbytare gör för nånting och anjonbytare och en katjonbytare, de var liksom då jag fick fundera över det hela för jag hade liksom inte ... tänkt så noga innan och bara "Ahaa!"

Johan: Jag tror såna frågor e viktiga ... att det e mer såna ... skall finnas beräkningar, men de e viktigt med såna frågor just ... "Vad var det som hände där?" och "Vad gjorde den?" och ... "Varför tillsattes syra?" ... så man får tänka till, annars kanske de bara ... försvinner.

Emilie syftar i sitt exempel på samma frågor som Carla diskuterade. I det här exemplet är det praktiska inslaget endast en återerinring till ett färgat skikt som först är bundet högst upp i en kolonn för att senare när eluatkoncentrationerna ändras följa med lösningen ner i kolonnen. För att besvara frågan fick teorin och det episodiska minnet samverka i diskussion med Johan tills Emilie plötsligt såg teorin och synminnet som en helhet. Johan understryker värdet hos de

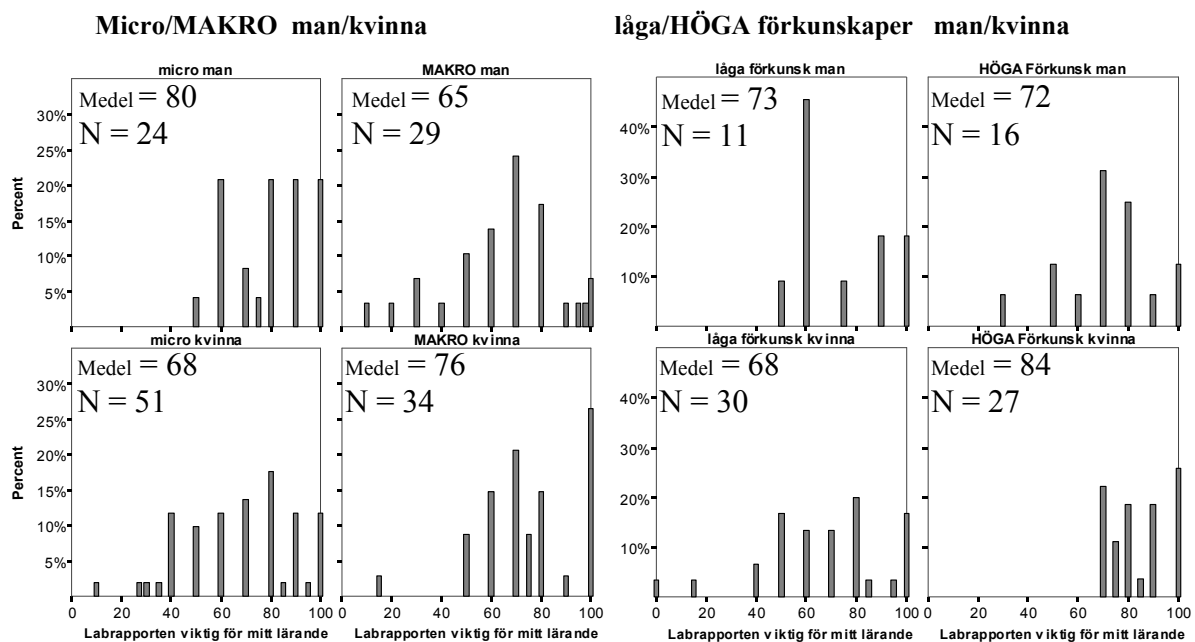
nyinfogade frågorna för förståelsearbetet och för att inte studenterna ska missa att reflektera över kemiskt viktiga inslag i försöket.

Be. Laborationsrapporten

Laborationsrapporten har två roller i undervisningen: att öva sig att rapportera en undersökning och att formulera sina intryck för att förtydliga dem i sitt förståelsearbete.

För avsnittet relevant statistik

Stapelldiagrammen i Figur 24 och Figur 25 (nästa sida) illustrerar manliga och kvinnliga studenters syn på laborationsrapportens betydelse för förståelsen, Figur 24 indelas de efter micro/MAKRO medan i Figur 25 indelas de efter låga/HÖGA ”förkunskaper”. Förkunskaperna bygger på det diagnostiska testet vilket begränsar antalet cases i förhållande till indelning efter laborationsskala. Skillnaderna i antal framgår i stapeldiagrammen. Figur 25 har tillåtits avvika från studiens standard, att max χ -värdet i stapeldiagrammen ska vara 35%.

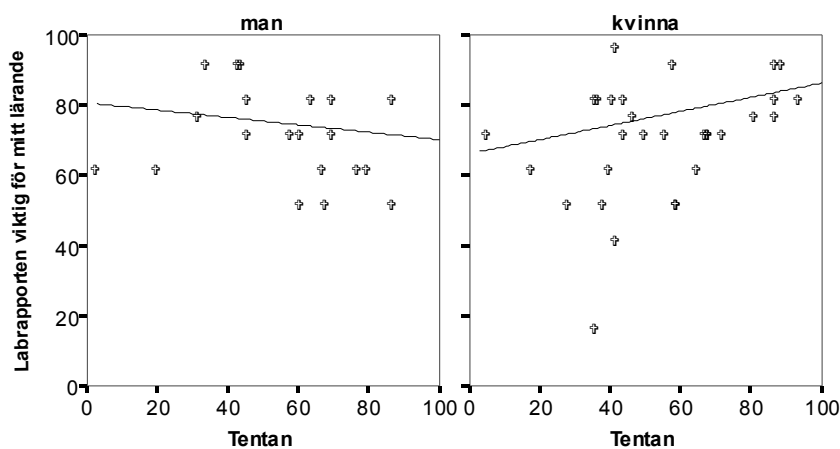


Figur 24. Labrapportens betydelse för lärandet

Figur 25. Labrapportens betydelse för lärandet

Figur 25 visar trots svagt statistiskt underlag att kvinnor med HÖGA ”förkunskaper” genomgående värdesätter laborationsrapporten väldigt högt medan bland de som har låga ”förkunskaper” återfinns de som inte värdesätter laborationsrapporten. Motsvarande grupper för männen visar inte några större skillnader sinsemellan, för männens del är dessutom underlaget annu sämre. Figur 25 antyder att studenter med en lärandestrategi som ger bestående kunskaper (HÖGA-förkunskaper) uppskattar laborationsrapporten i högre grad än

övriga. Figur 24 visar att laborationsrapporten uppskattas utan relation till hur försöket genomfördes.



Figur 26. Relationen tentamensresultat mot positiv attityd till laborationsrapporten som viktig för lärandet

Figur 26 belyser skillnader mellan mäns och kvinnors tillgodogörande av laborationsrapporten för tentamensresultatet. Regressionslinjerna antyder positiv relation angående labrapportens bidrag till kvinnors tentamensresultat till skillnad från männens

laborationsrapport som visar negativ relation till tentamensresultatet.

Be1. Rapportkrivandet ger förståelse av i laborationen ingående teori

Sandra: Jamen där kan jag säga att jag fattade ingenting när jag gjorde det liksom

Ch: Lärde du dig ingenting av min genomgång i början av labben?

S: Ja efteråt fattade jag .. liksom när man satt där och traggade med ... med labrapporten .. eller ... om man ser över det hela stora så kan jag ju säga ... jag fattade liksom ... OK vad det gick ut på och så ... men under själva ...//... sen lär man sig saker liksom även om det är svårt att förstå och skriva labrapporten så lär du dig grejor på att skriva labrapporten också

Sandra framhåller att hennes förståelse, av den i försöket ingående teorin, stärktes under arbetet med laborationsrapporten. Informationen från teoripresentationen och utförandet av försöket bidrog i förståelsearbetet. En möjlig förklaring är att rapportarbetet erbjuder tillfälle att i takt med att var mening infogas i arbetet fokusera på den del av teorin och tillhörande laborationserfarenhet som är under formulerande.

Johan:.. teorin som dom går igenom på föreläsningarna går inte igenom tillräckligt noga ... och då tycker jag att .. om man gör labben ... och kanske inte förstår helt då ... men sen sitter man med labrapporten och ska försöka använda det ... som gicks igenom på föreläsningen och sen praktiskt ... och då tycker jag man förstår bättre vad som hände ... så på så vis tycker jag nog den ger lite ... återkoppling till verkligheten.

Johan uttrycker ungefär samma sak som Sandra, den insamlade informationen ger förståelse under rapportarbetet. När han skriver rapporten stärks förståelsen då minnena av försöket

samverkar med teorin. Försöket ger en visuell, spatialt sammanhållen, bild av fenomenet. Teorin, den verbala beskrivningen av fenomenet, ger samma bild men med sekventiellt berättad information. Johan kritiserade att informationen runt teorin från föreläsningen var otillräcklig. Den verbala informationen blir omfattande om den ska ge samma information som fenomenet självt visar upp men samtidigt minskar entydigheten i informationen på grund av språkets tolkningsbarhet och nybörjarstudenternas svårigheter att tillgodogöra sig ett stort informationsflöde. Samtidigt ser man i Johans resonemang att teoriundervisningen är viktig eftersom han utgår från att man har med sig teorin till laboratoriet där den får samspela med den visuellt kodade informationen. Den visuella informationen som han fick under det praktiska arbetet organiserar och fyller upp gap i teorin.

Ch: Sen fick ni ju .. teorin .. på den där eftersamlingen

Emilie: Joo ... det fattade jag ingenting av ... men sen när jag och Johan satt och gjorde labrapporten, helt plötsligt bara "Nu fattar jag" det gick upp ett jätteljus ... såå de va ...//...

E: Jo de e bra att det går igenom men jag hängde inte med på det då, utan det var först när jag satt och skrev labrapporten som jag fattade liksom vad det var som ... verkligen hände ...

Ch: Vad tror du det berodde på att du inte fattade? Var du för trött?

E: Neej det var jag nog inte! De e nog liksom att de blir så mycket på en gång ... de e samma sak med föreläsningar och sånt, jag har väldigt svårt att ta till mig vad dom säger där framme, men sen så när man sitter och läser i boken efteråt så liksom "Ja men de var de här dom pratade om! Jaha!" men då har man liksom fått tid å bearbeta det och tänka lite själv ...

Johan, som kommer direkt från gymnasiet, har tidigare uttryckt stort utbyte av eftersamlingen. Emilie, som varit borta från studierna några år, fattade enligt egen mening ingenting. Eftersom hon senare vid det följande rapportskrivandet upplevde en plötslig påkommande förståelse är det mycket sannolikt att hon redan vid eftergenomgången hade en outtalad förståelse från kombinationen teori - observation, men helt klart är att hon själv kände en påtagligt förstärkt förståelse när hon skrev laborationsrapporten. Hon hade ett episodminne och hon hade teorin beskriven för sig, rapportskrivandet tvingade henne att formulera kunskaperna i ord, vilket hon gjorde i diskussion med Johan. Frågan är om hennes förståelsekänsla kom från att ny förståelse infann sig eller om det var känslan av att äntligen kunna klä sin förståelse i ord.

I det aktuella försöket ingick mycket teori som krävde bearbetning, kanske även en del överslagsberäkningar för att klargöra varför 5M HCl binder järnjonerna hårt till liganden Cl⁻ medan 0,5M HCl frigör liganderna. Det först bildade (negativa) komplexet binds till anjon-jonbytaremen men inte i det senare (positiva) komplexet. Viktiga fakta och hur de relaterar till

omvärlden diskuterades på eftergenomgången, ett missat förståelsesteg försvårar förmodligen tillgodogörandet av informationen under genomgången. Under bearbetning efteråt i lugn och ro blev det lättare att uppfatta den antecknade informationen korrekt eller att med reflekterande granskande av vart processteg tills dessa stämmer överens både med teorin och det episodiska minnet uppnå förståelse. Emilie anser att ursprungsproblemet var att det var för mycket information att ta till sig på en gång.

Ch: Du tycker labrapporten är viktig?

Sandra: Viktig och viktig vet jag inte ... men det är ju då man får ut nåt tycker jag ... jag kan ju se att något ändrar färg .. ja nu blev det grönt eller så här men ... de e ju när man skriver labrapporten eller om man har en genomgång eller nåt sånt som man fattar "Varför ändrar det färg?" och vad var det som hände liksom...

Erik: Det måste jag säga att laborationerna på gymnasiet och laborationerna här ju e en djävulsk skillnad ...//...vi hade aldrig nån uppföljning på ... labbarna, jag tror vi gjorde en labrapport ...//...de blir ju helt klart mer intressant även om de e rätt jobbigt och skriva labrapport så ger ju labbarna nånting på annat vis än de gjorde på gymnasiet då var ju labbarna nånting man var tvungen att göra och sen gå hem och glömma ...//...

På gymnasiet erfor Erik labarbete utan uppföljning (eftersamling, rapportskrivning) och han anser att kunskapsutbytet från laborationerna var minimalt. Både Erik och Sandra uttrycker att en laboration måste bearbetas efteråt för att kunna bidra till förståelsen.

Be2 Rapporten dokumenterar teoriförståelsen som infann sig redan under laborationen

Ch: Gav det nåt då och skriva den där rapporten?

René: Jag vet faktiskt inte för man förstår ju när man e där, men sen så .. när .. ja .. jag vet faktiskt inte riktigt ... jo men alltså de e nog bra ... å verkligen försöka tänka efter och skriva en egen liten rapport å så men ... jag tror inte mmm ... de e liksom bara repetition av vad man redan lärt sig på labben, medans man har vart där.

Kerstin: ... de e ändå massa formler och sånt som.. jag inte lär mig ... under labben .. eftersom jag inte har nåt ... sifferminne ... jag har svårt för såna saker ... så tycker jag att formler e jätteknöligt ... att rapporterna tar rätt lång tid och skriva .. för att de ger så lite till mig ... men de e nånting man behöver kunna som kemist ... kunna räkna på molmassor och sånt ... de e ju ett bra sätt och få det inbakat men de e ändå knöligt ... det ger inte så mycket

... teori till mig som själva labbarna gör, med genomgången .. det ger mest övningar i och beräkna..

René och Kerstin är inte helt övertygade om laborationsrapportens värde till skillnad från sina kurskamrater. Det kan ha sin förklaring i att de också var den grupp som under försöket diskuterade den till försöket tillhörande teorin. Diskussionen de startade redan under försöket kanske fortsatte spontant efter försöket och efter eftergenomgången. I det läget kan de känna att de fått förståelsen i samband med försöket. När de senare skrev laborationsrapporten var förståelsearbetet redan avklarat och uppfattades därmed endast som ett dokumentationsarbete. Renés benämning repetition om rapporten talar för att hon anser att förståelsen uppkom redan före skrivarbetet.

Be3. Rapportskrivandets värde beror av labparets sammansättning

Ch: Men rapportarbetet då? Om vi tar jonbytarn.

Lars: ... jag e väl tyvärr ganska slö av mig, ... jag blir hellre av med den här så fort som möjligt än å förstå den ... och de e ju egentligen bara en förlust för mig ... att jag inte lär mig det när jag nu väl har chansen ... de e mycket med rapporter, men man lär sig ju ... att då får man sitta i alla fall och fundera på det ... men man känner sig alltid stressad också ...

Lars: ... de e ju också så att ... det hänger jättemycket på vem man arbetar med ... för en del sktr totalt i labben ... "Nu gör vi de här så fort som möjligt ... Nu skriver vi det här, sen ger vi upp och går hem" ungefär ... medan en del vill verkligen sitta ned och förstå det här grundligt ... och själv e jag ett mellanting .. anser jag själv i alla fall

Ch: Aha, du e en neutral person som ... får du en entusiastisk labkompis ...

L: Ja då e jag entusiastisk själv och får jag en slappis så drar jag inte lasset själv heller

Lars anser, liksom Sandra redan uttryckt, att rapportarbetet erbjuder möjligheter att fokusera på förståelsen av den kunskap som ingår i laborationen. Uttalandet stöder rapportarbetet som kognitivt verktyg, men samtidigt framgår att rapportens ambition är beroende av vem man laborerar ihop med. En oengagerad arbetspartner får Lars att släppa det erbjudna tillfället att förstärka förståelsen; laborationsrapporten genomförs med minsta möjliga insats, utan att nå förståelse. En engagerad arbetspartner inspirerar Lars att bidra till en bra rapport; bonus - han får ett förståelseutbyte. Uppenbarligen är samarbetet kring rapportskrivandet oorganiserat. En del arbetar ensamma och en del samarbetar med olika partners. Utan tidigare erfarenheter av samarbete är det kanske inte så lätt att se dess fördelar eller att inse att upprepat samarbete med samma partners ökar effektiviteten i informationsutbytet.

Bf. Laborationshandledningen/Försöket

Av de föregående avsnitten framgår att nybörjarstudenterna, har behov av en presentation av försökets utensilier (Hur utrustningen ser ut och hur den används) innan de egna förberedelserna hemma/på skolan och slutligen en kort och koncis genomgång innan försöket utförs. Med detta erbjuds studenten tillfällen att ta in information om både objekten, genomförandet och teorin samt tillfälle att med egna förberedelser tillägna sig information innan deltagandet i genomgången strax före laborerandet. Den erbjudna informationsprocessen har effektiviserats (verbal och visuell) och tillförts före den egna bearbetningsprocessen under förberedelserna vilket borde innebära att tiden i laboratoriet på goda grunder i ökande grad kan nyttjas till förståelseprocessen. I den situationen krävs endast minimal försöksbeskrivning som anger de olika insatsstegens kronologi och antal gram och milliliter för kemikalietillsatserna.

Ovanstående beskrivning av idealsituationen under försöket pekar ut det som är speciellt med laborationen; manipulerandet med om objekten, handhavandet med utrustningen/ kemikalier och att observera verkligheten representerad av försöket. Den avgörande förbättringen av labinstruktionerna handlar om att organiserade insatser före försöket ska minska informationstätheten angående utförandet under försöket till förmån för det kognitiva utfallet istället.

Bg. När studenten själv prioriterar förståelsegivande bidrag i utbildningen

Studenterna blir presenterade en lista över alla former av undervisning som erbjuds i kemi-kursen samt diskussioner med kompisar.

Ch: Ni ska ur listan prioritera de undervisningsinslag som bidrar mest till förståelse ...du (Kerstin) har ju varit inne på att det ska vara praktiska saker och så..

René: Ja diskussioner och ... diskussioner med kompis och eftersamlingen ...

Kerstin: Ja

R: Och labarbetet det tycker jag ...

K: Ja labarbetet

R: Dom tre är nästan det viktigaste där ...

Kerstin och René enas om att diskussioner med kompisar, eftersamlingen och försöket är de viktigaste bidragande yttre faktorerna till förståelse.

Emilie: ... de e bra å va på föreläsningarna, ... jag förstår inte vad dom säger höll jag på att säga, ... de e lättare å läsa nåt som man har hört talas om.. och får tänka själv och bläddra

tillbaka ... de e då jag ... kan ta till mig det hela ... som labben, de e inte själva labben eller labgenomgången som e ... de e viktigt för man kan gå tillbaka till de sen och kolla ... de e när jag skriver labrapporten och diskuterar med Johan som jag ... fattar vad de e som händer.

Johan: Ja jag tycker också föreläsningarna ... det tycker jag e viktigt då lär jag mig mycket ... men sen glömmet jag ofta de ... när man läser hemma ... då kommer det på plats mer ... när man får läst det en andra gång ... å de e som Emilie säger, labbarna tycker jag ... genomgången tycker jag nog e lite viktigare i och med att jag gärna vill förstå vad som händer, just diskussionerna tycker jag ... e jätteviktiga ... då får man liksom argumentera för det man tror också ... då märker man kanske att det inte ... ”Det kan nog inte va så!” ...

Johan och Emilie anser att föreläsningen ger information som de sedan känner igen under studierna hemma. Laborationerna och genomgångarna utgör också viktiga informationskällor. Förståelse får de när de själva aktivt bearbetar informationen; skriver laborationsrapporten, räknar på mätvärdena och diskuterar med varandra. Johan understryker att under argumentationen för den egna mentala modellen av hur kemin fungerar effektivt avslöjar dolda gap som får honom att omvärdera modellen.

Lars: Alltså, de e ju en klar etta, ”diskussion med kompisar” ... ”studier av läroboken” e en tvåa. Det betyder alltså, e man väl förberedd för en lab så ... förstår man labben mycket bättre, så e de ju.

Ch: Ja så den (labförberedelser) e viktig?

L: Den e viktig. ...//...

Ch: De e dom tre du tycker e nånting å ta upp där (från listan)

L: Mmm jag kollar nästan aldrig på mina anteckningar

Lars värderar diskussion med kompisar som viktigast för förståelsen. Läroboken kommer tvåa. Förberedelser före laborationen, om Lars förbereder sig, kommer trea. Anteckningar har inget värde för Lars.

Erik: Jag tycker räkneövningar...

Ch: Räkneövningar prioriterar ni högt?

Morgan: Ja förutom förförståelse då

E: Då blir det självklart samma med labrapporten, de e ju nästan en form av räkneövning...

M: Studiet av anteckningar ... jag sätter det rätt lågt ... brukar inte gå igenom mina anteckningar ... koncentrera sig på det läraren säger och få förståelse så skriver jag ned ... förlitar mig mest på läroboken ... om de e nåt som jag inte förstår i läroboken går jag igenom anteckningarna också

E: Jag brukar anteckningarna ganska mycket ... sitter och räknar och kör fast, jag brukar kunna hitta svaren i anteckningarna, liknande lösningar och definitioner ...

M: Diskussioner med kompis värderar jag högt

E: Det gör jag också speciellt inför tentan

M: Eftersamlingen sätter jag nog också rätt högt, beroende på ... koll under laborationen, ...

Ch: Du har redan sagt att labpresentationen före inte har så stor betydelse för förståelsen

E: För förståelsen nej, den e ju bara så att man lyckas göra labben

M: Ja ja de e nödvändigt för att genomföra labben så klart.

Ch: Förberedelser för lab då, de e väl nödvändigt?

E: Jaae (skratt) Man borde göra det

M: Åhmm, näe, jo man måste ju men ... men tanken just för förståelsen så rankar jag inte den så högt, men de e ju en sån sak man måste ha som...

Ch: Ni har undvikit att prata om föreläsningarna! Låt oss säga att de e en bra föreläsare !?

M: Jag förlitar mig väl rätt mycket på föreläsningar ... inte gör lika mycket arbete hemma som jag borde ... om jag missar några föreläsningar, ... rätt långt efter liksom. Om man hade disciplin kan man ju hinna ändå, men just för mig e föreläsningen viktig...

E: ... men jag tycker också föreläsningen e viktig ... svårt å gradera vilket som e viktigast för ens förståelse

M: .. hur man studerar också ... studerandet av boken det beror på vilken man använder.

E: ... på vissa kurser har man inte använt läroboken det minsta inte ens köpt läroboken

Ch: Och när ni inte behövt läroboken ...vad e det som är förståelsen och kunskapen då?

E: Då har det vart väldigt bra föreläsare ..

M: Och så där kompendier också ..

E: Och sen har man fått liksom lite räkneuppgifter av föreläsaren och så

Morgan värderar inte laborationsförberedelserna och den inledande presentationen högt beträffande förståelsen, enligt honom handlar dessa enbart om genomförandet. Anteckningar har inte heller något högre värde. Föreläsningen och läroboken värderar Morgan högt, förstår han inte läroboken tittar han i anteckningarna. Diskussioner med kompisar och eftergenomgången värderar han högt. Hans beskrivningar om sig själv visar att han under den aktuella kursen är "lat"; ersätter läsandet med att lyssna på föreläsningarna, lyssna på eftersamlingen, lyssna på kompisar samt råplugga inför tentamenstillfället. Min bild av honom blir att han försöker ta sig igenom utbildningen med minsta möjliga ansträngning. Han planerar sina studier med inriktning att klara tentamen och visar endast intresse för att lära sig så mycket kemi som krävs för att klara sig på tentamen. Med tanke på att han framhåller

förförståelsen som viktig är det tänkbart att han förlitar sig på kunskaper från tidigare utbildning och anser sig därför ha råd att hålla en låg ambitionsnivå i väntan på en kurs som intresserar honom mer. Det är mycket tänkbart att hans strategi fungerar!

Erik menar att räkneövningarna bidrar till förståelsen i kemi och fysik, det gör också laborationsrapporten vilken han likställer med räkneövningar. I perspektivet av det rapportlösa laborerandet i gymnasiet anser Erik att laborationsrapporten är viktig för förståelsen. Han uttrycker att man inte kan formulera något meningsfullt utan att först ha bearbetat både försöket och teorin. Erik använder sina anteckningar som en idébok hur han ska gå till väga för att finna svaren på de frågor som dyker upp under arbetet med studierna. Erik diskuterar gärna med kompisar strax före tentamen. Han anser att förberedelserna inför laborationen är viktiga, men att han inte gör dem. Föreläsningarna och läroboken har betydelse endast om de håller hög kvalitet.

För mig representerar de den andel av studenter som värderar sin förståelse efter tentamensresultatet; blir de godkända har de förstått kursen. Att prioritera inslag som serverar information i verbal form kompletterad med lässtudier tyder på prioritering av ytligt lärande.

Carla: När man går igenom sina anteckningar, när jag skriver rent mina anteckningar så förstår jag ju bättre

Ch: Så att det du sätter som det viktigaste nu när ni sitter och diskuterar i biologin de e ... diskussionen, eller? (6 sekunders tänkande)

C: Alltså det viktigaste för mig är att jag läser mina anteckningar så att jag förstår vad föreläsningen har sagt ... liksom sen måste jag läsa i boken och diskutera med kompisar .. jag skulle inte klara av en tenta eller liksom förstå allting om jag bara läste mina anteckningar ... utan jag måste läsa lite i boken och jag måste diskutera med kompisar ... för att jag överhuvudtaget ska få en helhet i det hela.

Sandra: Nä de e just en kombination av dom tre ...

Ch: Så om man ser det från det andra hållet. Om man säger att vi har en kurs där ni absolut inte får diskutera med kompisarna, det ni saknar då är diskussionen?

C: ... jag kan klara mig utan boken, det har jag gjort ... men då har jag koncentrerat mig på mina anteckningar istället ... och diskuterat med kompisar ... så boken kan jag klara mig utan men inte diskussionerna med kompisar.

S: Ja, det beror hur mycket svår ... kemin var ju liksom ganska svår du var tvungen att verkligen förstå ... liksom vad var det nu jag läste och då har man stor hjälp av att diskutera med kompisar ...men som nu biologin e ju mer de e inte så svårt att förstå ... då kanske man hade klarat sig utan att diskutera de liksom ju beroende på hur svår kursen e

Anteckningarna har stor betydelse för Carlas förståelsearbete. Både när hon renskriver dem och studerar dem ökar hennes förståelse. Renskrivandet innebär ofta att anteckningarna formuleras om och formulerandet bidrar till effektivt lärande (*Se sidan 39*). Sandra fyller i att boken, anteckningarna och diskussioner med kompisar är hennes viktigaste förståelseverktyg, senare väljer Kerstin också samma alternativ. När Kerstin väljer de absolut viktigaste förståelseverktygen anser hon att hon kan avvara boken för att förstå, men inte anteckningarna och diskussionerna med kompisar. Sandra avslutar med att biologin är enklare att förstå än kemin så då blir diskussionerna mindre nödvändiga för förståelsen. Vad hon indirekt säger är att när det är svårt att förstå måste man diskutera.

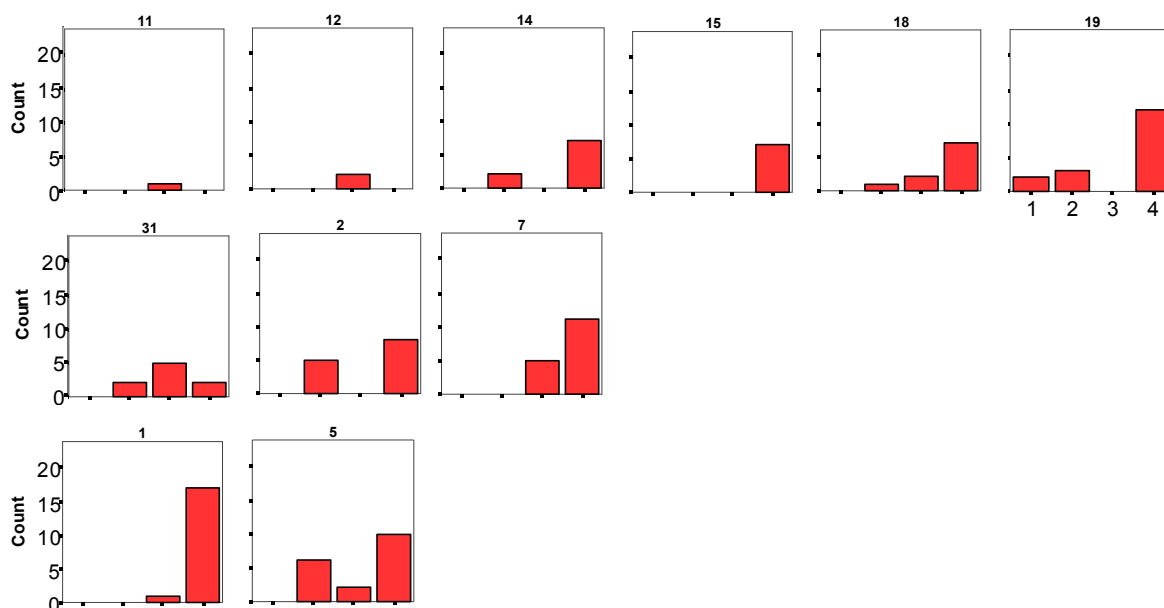
C. STUDENTTANKAR KRING LOGISTIKEN: TEORI - LABORATION

Om laborationen handlar om att hjälpa studenterna att förstå den i kursen ingående teorin, då borde det vara av betydelse när den i laborationen ingående teorin presenteras. Alltså handlar avsnittet om hur studenterna anser att förståelsearbetet under försöket påverkas av teoripresentationen. Föreläsningen kan presentera teorin före eller efter försöket, men den kan också/istället presenteras under för genomgången och/eller efter genomgången. Givet att teorin som ingår i laborationen någon gång kommer att presenteras under en föreläsning begränsar antalet kombinationer till åtta. Kan studenternas uttalanden indikera vad som är mer och vad som är mindre bra kombinationer?

För avsnittet relevant statistik

I Figur 27 återges tre tidsserier på varsin rad. Tidsserierna består av tre rader som representerar olika insamlingsomgångar, rutor på en rad representerar enkät tillfällen ordnade i kronologisk ordning från vänster till höger. I brist på inbyggd funktion för att skapa serierna används en egen konstruktion. Varje ruta består av ett stapeldiagram, i x-led anges fyra kategorier som är svar på frågan: *När förelästes teoriavsnittet som dagens laboration använder?*

1 = vecka innan, **2** = precis innan, **3** = har påbörjats och **4** = har inte påbörjats. I y-led anges antalet svar. Siffrorna ovanför diagrammen är datumet som använts för att identifiera kronologin. Två datum var gemensamma i de två nedre serierna och tas därför inte med i redovisningen med minskat antal ”observationer” som följd.



Figur 27. Tre tidsserier som visar studenternas åsikter om när teorin till laborationen presenterades

Figur 27 gör inte anspråk på någon hög precision utan är främst bara en illustration av studentuppfattningarna om när teorin presenterades. Studenterna framför ofta kritik mot turordningen när teorin presenteras på föreläsningarna och när den används i laborationskursen. Ofta är det svårt att åstadkomma en synkronisering, åtminstone så att alla laborationsgrupper gynnas likadant. Tidsserierna visar att det hela tiden finns en stor grupp studenter som anser att teorin inte har presenterats, medan andra studenter konstaterar att den visst har presenterats. Problemet är alltså inte bara att teorin ska levereras utan dessutom att den ska nå fram till studenten tillräckligt tydligt för att vederbörande ska känna igen den under förberedelserna inför laborationen och under genomgången strax före försökets genomförande. Det är alltså en diskussion som kan skapa en del relationsproblem i undervisningen när föreläsaren vet att han/hon har försett studenterna med teorin och när studenterna anser att så inte har skett. Ett problem som borde ha en enkel lösning i och med att det har identifierats.

Ca. Att få teorin nära laborationen

Erik: Ja alltså det skulle va samtidigt ... det spelar inte så stor roll om det kommer liksom om de e en dag eller två alltså ... Men när de börjar dra ut på...//...

E: Man man vill ha det färskt hmm man vill ha liksom ganska färskt i huvet eller i bakhuvet antingen när man har föreläsningen eller har labben

Morgan: De e bättre om man har det i tankarna också så man liksom ..

Ch: Om jag tolkat er rätt, ... jag kan sammanfatta det med att det gör inget om det e dan före eller dan efter...

E: Det spelar inte så stor roll

Ch: ... utan bara att det ska komma i samma sammanhang ... samtidigt..

E: Exakt

Ch: ..då blir det ändå en koppling mellan teori och praktik, det går lätt att göra en koppling dan före eller dan efter

E: Ja för då liksom man glömmet ju jädrigt fort

M: Speciellt när man har flera olika laborationer på gång ...

Erik och Morgan anser att teori och laboration bör ligga nära varandra i tiden, inom två dar, inte så noga i vilken ordning, bara den senare kommer medan den första fortfarande är ”färsk” (aktuell). ”Färskheten” försvinner när fler laborationer utförs innan teorin till den förra ges.

Cb. Argument för att få teorin efter försöket

Cb1 Nyfikenhet

René: Ja, men jag undrar om det inte e bra att man inte säger allting som ”Varför” så får man fundera lite ..

René blir stimulerad att försöka förstå på egen hand. När teorin behandlas efteråt; då är hon beredd att ta emot den information som hjälper henne att förstå det hon inte har lyckats fundera ut själv.

Morgan: Jag tycker just detaljbeskrivningen efteråt tyckte jag var ganska bra för då har man ju ... fått känna på lite vad det handlar om och så får man det ... och de ökar ju intresset också liksom till en viss grad då

Erik: Förstår labbeskrivningen me ...

M: Ja för man får det förklarar för sig innan man genomfört nåt av labben .. då vet man ju inte vad som ska hända och det ökar ju inte så där intresset, det handlar ju lite om så där nyfikenhet också ... varför det fungerar som det gör ...och sen så om man ... man kanske inte tänker på det så medvetet men man gör ju ändå det efteråt och sen så när du förklarade detaljerna på slutet liksom så ... blev det till en AHA-upplevelse... tyckte jag i alla fall va ... jag antar om du beskrivit allt de där från innan vi hade gjort labben så hade väl ... man hade kanske inte uppnått nånting på samma sätt för att man hade ju ändå fått allt på ett silverfat ...

När teorin kommer i eftergenomgången interagerar den med det episodiska minne som arbetet givit, Morgan menar att detta bidrar till ökat intresse. Han jämför detta med att få teorin presenterad i förgenomgången, innan det praktiska arbetet har kunnat väcka någon nyfikenhet. Information som är svår att engagera sig i före försöket anser han vara betydligt lättillgängligare efteråt. Intressant är att han stöder delar av forskningen som menar att teorin

presenterad i förväg kan hindra fullständig förståelse (Se sidan 49) eftersom den möjliggör en förståelse som verkar korrekt men som innehåller inkonsekvenser.

Cc. Argument för att få teorin på föreläsning före laborationen

Cc1. Stärka förståelsearbetet under försöket

Sandra: Nä man fattar aldrig, man får aldrig reda på nåt innan.

Carla: Nä eftersom labbarna ligger så...dåligt.. föreläsningarna kanske kommer en vecka senare .. då har man redan glömt av vad man gjorde på labben.. hellre att man har föreläsningen .. innan .. och sen gör lab .. även om ni /assistenterna/ går igenom första halvtimmen så känns det ändå lättare om man har lite kött på benen innan före man gör labben

S: Då har du mer nytta av labben i sig för du fattar labben i sig...//...

C:... så att föreläsaren har gått igenom det som vi ska göra på lab fast inte just att ... "Det här gör ni på lab" utan mer bara teoretiskt så att det ingår som inslag på föreläsning och sen ... att labhandledaren har ... en genomgång på vad som kommer ske och liksom vilka reaktioner som kommer ske och så ..

Carla: Kanske gör det .. de e inget så där som jag kommer att tänka på .. liksom nu .. som jag kan känna att "Ååh ... jag hade nytta av .. och ha liksom föreläsningen efter ha gjort labben innan" det e inte så att jag har suttit på en föreläsning och känt att "Ååh idag hängde jag med i alla fall halva föreläsningen (hihi) för att jag gjorde labben två dagar tidigare" ... //... en gång när vi har haft labben efter föreläsningen .. och då har man ju förstått betydligt mer av labben då har man hängt med ... den första halvtimmen när .. labassistenten har haft .. sin föreläsning .. då har man hängt med det teoretiska för då har man sett det en gång på tavlan redan och då är det lättare sen och skriva labrapport och liksom göra allting .. men tvärtom har jag inte nån sån där riktig (hihi) hahaupplevelse.

Sandra och Carla är emot att laborera utan att teoribakgrunden har presenterats tidigare under en föreläsning. Sandra framhåller att bristen på information hindrar henne att få kognitivt utbyte under laborationen. Om föreläsningen kommer före laborationen anser Carla att både kopplingen av teorin till praktiken och rapportskrivandet underlättas. Carla är noga med att peka ut att teorin först ska presenteras på en föreläsning före laborationen, därefter på för genomgången under laborationen. Hennes tankar påminner om Johnstones tankar om "information overload" (Se sidan 32), genom upprepningarna (och egna studier) kan delar av informationen tas in "bit för bit" och tillägnandet kan bidra till att delar av informationen

delas upp i chunkar (Se sidan 35). Första presentationen underlättar förståelsen under förberedelsearbetet hemma före laborationen. Andra presentationen blir ett tillfälle att kontrollera att förståelsearbetet sker i ”rätt riktning”. Samtidigt är det ett förtydligande av teorin strax före det praktiska arbetet, vilket styr in det kognitiva arbetet att bearbeta de vetenskapligt accepterade idéerna. I Carlas rekommendationer har laborationstiden utökats från fyra sammanhängande timmar till tre tillfällen på olika dagar (eftergenomgången medräknad), förmodligen genomförda utan nämnvärd ökning av kostnadskrävande schematimmar. De kognitiva fördelarna är starka argument. Studenterna får användbara kunskaper om teorin och demonstration av tillbehören så att de, inför laborationstillfället, har möjlighet att förstå försökssbeskrivningen under förberedelserna. Därav följer att prelab-informationen och försöket ger bättre kognitivt utbyte. Carla berättar att de fått erfara när föreläsningen kom före laborationstillfället. Det höjde både det kognitiva utbytet av labassistents information och utbytet av förståelsearbetet vid rapportskrivandet.

Enligt Dewey (Se sidan 36) kan inte förståelse överföras från en person till en annan, endast verbala beskrivningar kan överföras, laborationen visar upp de fenomen som teorin beskriver, om syftet är att förstå teorin verkar det logiskt att känna till de teoretiska beskrivningarna innan försöket startar. Enligt Johnstone (Se sidan 62) kan oförberedda nybörjare inte skapa förståelse ur laborationserfarenheterna.

Emilie: *Har vi haft nån lab där vi gått igenom teorin innan?*

Johan: *Nä jag tror inte det ... för det känns som att ... man labbar först och sen får man veta varför de blev så ... har man hört teorin innan så ... har man ju i alla fall kanske en aning om ... vad som ska hända ... och då får man se att det blir så och då stämmer teorin ...//...*

Johan skulle vilja ha teorin före laborerandet så att han kan jämföra teorin med vad han erfar under försöket. Den motsatta ordningen minskar förutsättningarna för förståelsearbetet under försöket.

Cc2. Underlätta förståelsearbetet efter försöket

Carla: *Och sen har du lättare att skriva labrapporten också... annars blir det att man får skriva den.. Men när väl föreläsningen kommer då blir det ”Jaha men var det så här .. vi skulle göra” då kanske det ..e lättare att skriva labrapporten då .. men om vi hade haft föreläsningen före då hade det varit lättare att skriva labrapporten me en gång .. för nu är det*

ju det här "Vad hände? Och vilka reaktioner skedde? Och ... förklara kemiskt" och då står man där som ett levande frågetecken och förstår inte nånting...

Arbetet med laborationsrapporten anses av studenterna som viktigt för förståelsen men också som betungande och tidskrävande. Logiskt sett bör rapportarbetet ge bäst förståelseutbyte om rapporterna skrivs efter en laboration och före nästa laborationstillfälle. Rapportskrivandet fördröjs när de själva måste lägga tid på att hitta den relevanta teorin som ska kopplas till försöket och om de väntar på att föreläsningen ska trygga att de inte har skrivit något galet.

Emilie: ... det var ju inte särskilt avancerat, det var ju bara en redoxreaktion vi ... inte har gjort det på rätt länge, ... men vi kom ju fram till rätt ... och sen så går hon igenom det precis på eftermiddan ... vi hade kunnat göra det på två minuter istället ...vi har inte lärt oss mer för att vi gjorde det ... själva på det sättet ... det blev lite extra jobb

Johan: Så man förlora kanske lite lästid eller liksom lite man kunde räknat på annat

E: ... extrajobb ... fast du lär dig inte mer ... för att vi inte har gått igenom det innan...

Emilie ger exempel på att om de utförde moment på tidskrävande sätt, men med teorigenomgång före laborationen skulle detta ha klarats av snabbt. Dyrbar tid som kunde ha använts till att lära sig något istället.

Cd. Argument för att få teorin på förgenomgången strax före försöket

Kerstin: *Precis .. så att jag förstog ... ännu bättre .. eller jag kunde liksom tänka mig sakerna medans jag gjorde dom ... att "Jaha nu fastnar järnet här ..." och kunde ..förstå varför ... samtidigt som jag gjorde det fast det kanske hade blivit för mycket ... jag vet inte ...*

Kerstin anser spontant att hon föredrar att få teorin presenterad under förgenomgången, men inser samtidigt att då kanske den verbala informationen i det läget skulle bli för omfattande att få vid samma tillfälle. Det kritiska läget uppstår om informationen blir för omfattande så att man inte kan ta den till sig. Genomgången före bedömdes av René och Kerstin som mycket tydlig men ändå uppstod många frågor! Åter handlar det om nybörjarstudenternas dilemma. Verbal information har svårt att informera den oerfarne som har brist på inre relevanta bilder. Ju mer som informeras om desto mer kan feltolkas eller glömmas bort. Carlas förslag att informationen tas upp före laborationen, "informationen delas upp" stöds av Kerstins tvekan ovan.

Erik: *Fast å andra sidan kanske man hade ... hade man fått beskrivningen innan så hade man kanske vart mer uppmärksam på vissa delar av labben så man vet vad man ska tänka efter på*

Både Kerstin och Erik vill ha försökets ingående teori presenterad strax före försöket för att de ska kunna värdera och prioritera sina observationer under försöket.

D. STUDENTERS SYN PÅ PROBLEM KNUTNA TILL LABORATIONEN

Da. För många faktorer på en gång hindrade teoriutvecklande tankar

Da1. Tänkandet begränsas av bristande förinformation

Sandra: Därför att det var svårt att förstå labhandledningen ...man fattade inte vad man skulle göra liksom eller vad som skulle hända eller liksom om man gjorde typ så som det stod så ..

det var svårt att förstå "Varför gör jag det här och vad är det som kommer ut nu ska det liksom... det var nåt, ska det där åka rätt igenom liksom innan jag håller i det här eller" ...//...jag skulle önska att man förstog mer innan ... jag tyckte det var så obegripligt när man väl skulle stå där och liksom .. ja .. vissa labhandledningar var så lite ...

Utan målbild och syfte är det svårt att förstå en utförandebeskrivning, och att känna att försöket är meningsfullt. Sandra uttrycker att problemen att utföra försöket skulle minskas om informationen före laborationen prioriterades och indirekt att hon då skulle få utrymme att tänka.

Da2. Tänkandet begränsas av att försökets utförande kräver uppmärksamhet

Emilie: De e så mycket annat man ska göra ... alltså jag har ju inte labbat sen gymnasiet, de var jättelängesen, så jag e så koncentrerad på allt annat man ska göra "Nu ska vi ta så mycket av de och göra de och de" så de blir inte att man ... funderar så mycket på varför saker händer, de blir sen när man skriver labrapporten att jag funderar på å förstå alltihopa

Morgan ... jag tänker mest på det praktiska .. de e liksom nästa steg ... de får ju bli efteråt när man skriver laborationen.

Ch: Men de här med att försöka tänka ut varför fastnade järnet och inte nicklet?

M : Nä inte direkt såå ... men man märker ju ändå att de kommer och så men de e rätt mycket annat å göra liksom ... man kan ju inte riktigt stanna upp och tänka eller nånting

Carla: Nä de hinner man inte för att ... rätt som de e så e det nåt nytt som ska i, och ska man komma på att ... oj, vi skulle ju samla upp den också och sen skulle vi ta bort den och samla upp nåt annat och ... man e ju så stressad och så fokuserad på det man gör så att...// ... enda

man hunnit fokusera på e att försöka förstå .. hur du ska göra .. i många fall .. så det e därför jag kan känna att de e skönare att ha fått en föreläsning innan .. för då har jag mer förståelse

Emilie, Morgan och Carla beskriver mycket tydligt hur upptagna nybörjarstudenter är av utförandet av ett försök. Morgan uttrycker en logistisk prioriteringssyn på laborationen (en strategi för att fokusera på det moment som är aktuellt för ögonblicket under arbetet), först ska försöket avklaras. Under arbetets gång samlas intryck som senare används vid rapportskrivandet. Kemitänkandet under försöket hindras av att nybörjarstudenterna måste hålla reda på alla detaljer i utförandet. En föreläsning med teorin, före laborationen, skulle ha kunnat göra kemitänkandet under försöket överkomligt. Carlas önskan att få bättre förutsättningar att förstå under arbetet är rimlig.

Under deras första titrering måste de läsa hela instruktionen ord för ord för att täcka in episoden Titrering. ”Först tar ni x , sen håller ni på y ml av lösningen z ...”. Läsningen före den första titreringen innehåller väldigt mycket information som de har svårt att ta till sig. När texten omsätts till handling under den första titreringen ger utförandet en översättning av texten till en mental representation av titreringens 3-dimensionella verklighet. De många frågorna kommer av att de ännu inte ser helheten och därmed finns det stort tolkningsutrymme i texten. När titreringen är genomförd har de upplevt episoden och får ett episodiskt minne med 3-dimensionellt innehåll och en inbördes kronologi. Episoden eller chunken (*Se sidan 33*) innebär att nästa gång de ska utföra en titrering så kan de, trots att variationen i hur olika titreringar utförs, med betydligt större lätthet förstå proceduren redan vid förberedelserna. Tolkningsutrymmet begränsas, vid upprepad titrering, av att texterna ses i ljuset av den tidigare erfarenheten och därmed minskar behovet att checka av med assistenten att de gör rätt. En episod är i sig något som har fast struktur men som i bildtänkande kan användas för att konstruera en liknande tänkt episod för att förstå en text om något snarlikt.

Da3. Tänkandet tillsammans begränsas av all uppmärksamhet på genomförandet

Johan: ... jag funderar men ... vi pratar inte så mycket om det för man ...ser om tankarna stämmer när det händer olika saker ... händer de det så kanske tanken stämde ”OK då hände de så” ... och då kanske det stämde då, och då behåller man den tanken eller så glömmar man bort den om de e nåt som känns som att så blev det inte alls ... anledningen till att man inte pratar om det e väl att de e så mycket å göra ... och man vill ju inte att labben ska bli fel va ... som de blir ändå

Ch: Jamen ni hade väl tid å snacka strunt?

Morgan: Ja jag håller med om att man ska tänka ut varför det går ... jag har inte funderat så mycket utan de e mer rätt omedvetet ... det krävs ju rätt stor ansträngning för att räkna ut eller försöka klura ut varför just det går saktare för vissa joner och snabbare för andra ...

Enligt Johan sätter försöket sina kognitiva spår som han och Emilie kan bearbeta efteråt när de ska förklara vad som hände i försöket i sina laborationsrapporter. Beskrivningen stämmer med de andra studenternas beskrivningar; de många detaljerna i utförandet hindrar samtalande bearbetning av observerade fenomen tills det praktiska arbetet är avklarat. Uttalandet uttrycker också att studenterna mer eller mindre uppfattar och reflekterar kring de signaler som försöket visar upp även om tankearbetet inte kan avläsas från videoupptagningarna.

Morgans logistiska prioriteringssyn på laborationen att först slutföra försöket, kräver att de inte missar något moment i utförandet. En djupare diskussion om vad som händer på molekylärnivå skulle minska deras uppmärksamhet under försöket, istället kallpratar man i väntan på att allt ska bli klart. Morgan styrker, ” det krävs ju rätt så stor ansträngning”, att en diskussion av kemin under försöket skulle ta för mycket av deras uppmärksamhet i anspråk.

Da4. Tänkandet begränsas av bristande kunskaper

Morgan: ... de e väl också lite på grund av att ... man har fortfarande inte sån stor kemisk kunskap så man tänker inte på den nivån än, inte jag. Först ser man reaktionen, sen får man förklaringen hur det fungerar. Man tänker inte på förklaringen under reaktionens gång

Morgan uttrycker fortsatt att försöket i första hand handlar om att samla på sig data för senare användning. Som nybörjare har han en begränsad ämneskunskap och brist på kognitiva redskap som annars skulle kunna ha underlättat det kognitiva tillgodogörandet under försöket. Med intrycken från försöket har han fått en episodisk upplevelse som hjälper honom senare att nå förståelse av den verbalt formulerade teorin. I Morgans fall blir intrycket att han når förståelsen genom att passivt delta i diskussioner; han avlyssnar informationen och konstruerar en förståelse med hjälp av den egna logiken

Da5. Problem med språkets tolkningsbarhet

René: Men alltså läroboken för att komma tillbaka till prioriteringslistan ... de e så roligt för i svenska böcker e de ofta supertråkigt ”Blä blä så här e det ACCEPTERA!” ... men sen i engelska då e de så här ”Ja jo men så här e de då och så skulle vi kunna jämföra med det här

dagisexemplet då ...ja nu förstår alla..” väldigt mycket text men mycket lätt text att ta sig igenom för hälften e ju bara dom där dagisexemplena nästan ..

Kerstin: *Fast jag tappat bort mig när de e så mycket blaha blaha ”Va e de dom vill komma fram till?” säger jag då.*

När René och Kerstin bedömer läroboken uttrycker de skillnader som grundar sig på den verbala informationens entydighetsproblem. René uppskattar den omfattande texten som gradvis ökar hennes kunskap och samtidigt att texten inte tar några stora steg som skulle ha skapat osäkerhet hos henne om textens innebörd. Kerstin däremot har problem med att hon blir osäker på om hon missat någon viktig relation i texten när kunskapsprogressionen i texten är för långsam. De uttalar olika perspektiv på läroboken och de har tidigare haft skilda önskemål beträffande om när de vill ha teorin beskriven i förhållande till försökets genomförande. Kan det vara så att skillnaderna kan beskrivas med bruset? René framstår som brusberoende när man tolkar hennes sätt att beskriva hur hon läser och reagerar på boken. Kerstin som reagerar tvärtom på bokens utformning och uttrycker att hon har svårt att hitta de väsentliga delarna av texten representerar då en brusberoende student. Det perspektivet kanske förklarar delar av de uttrycker önskan om skilda kognitiva förutsättningar i laboratoriet. René ger en bild av sig själv att hon både i försökssituationen och i studiesituationen vill söka och hitta informationsbitar som hon kan sätta ihop till en helhet för att få förståelse och att hon får bekräftelse i postlab, eftersamlingen. Kerstin däremot vill få helheten presenterad för sig från början, hon vill veta vad försöket ska förmedla eller vad boken ska förklara för att med helheten i minnet tolka signaler från försöket eller delförklaringar av teorin för att uppleva att hon förstår då dessa bitar passar in i helheten.

6.3. Diskussion

Studien avsåg att redogöra för studenternas syn på laborationens bidrag till deras förståelse av teorin ingående i deras första kemikurs på akademisk nivå. Om studenterna responderar att laborationen är värdefull för förståelsen blir forskningsfrågan fortsatt intressant och då är nästa delfråga hur laborationen bidrar, för att slutligen se hur detta kan tillämpas på micro/MAKRO användandet.

6.3.1. Studiens validitet

6.3.1.1. Randomiseringen

Den del av laborationskursen som ingick i studien bygger på att studenterna utför laborationer i ett stationssystem i olika laboratorier vid fyra på varandra följande tillfällen. De studenter som satte sig vid en av mig förvald arbetsstation i laboratoriet kvalificerade sig att utsättas för videodokumentation av deras agerande under försökets genomförande. Detta följdes upp med djupintervju några dagar senare. Den utvalda platsen varierades mellan tillfällena. Av hänsyn till studenterna gavs de tillfälle att avstå från att delta. Vid två tillfällen nekade studenterna att delta och ersattes då av de studenter som satt på utvald reservplats. Ett labpar upplevde att videodokumentationen var obehaglig och slapp då djupintervjun. Naturligtvis kan det tänkas att de som nekade att delta representerar en speciell kategori studenter såsom de mer tysta och tillbakadragna, dessa egenskapers frånvaro bör knappast snedvrída svaret på forskningsfrågan eftersom de inte utgör hinder att ta emot intryck eller att bearbeta intrycken.

Av organisatoriska skäl överrepresenteras data i studien av studenter från marina programmet. Studenter från apotekarutbildningen presterar ofta bättre vid tentamen än marina programmets studenter, men de anses också som mindre beroende av hur undervisningen bedrivs vilket talar för att marina programmet är mer relevant att studera eftersom de fynd som görs hos dem förmodligen kan peka ut vad som är bra och dåligt med laborationskursen.

6.3.1.2. Förutsättningar

Min långa och breda erfarenhetsbakgrund från teoriundervisning och undervisning i laboratoriet är den grund jag haft för att tolka egna och andras forskningsresultat. Min egen redan från början positiva inställning till laborationer och användning av microscale har jag varit högst medveten om. Därför har jag behövt vara extra noga med att se till att forskningsresultaten blivit väl underbyggda och tolkade på ett öppet och rättvist sätt.

6.3.2. Undervisningens bidrag och studenternas förståelse

Föreläsningen och läroboken anges av studenterna som två källor för information. De anses likvärdiga eftersom föreläsningens information underlättar läsningen och tvärtom. Informationen presenterar ytan inom vilken studenterna ska skaffa sig förståelse.

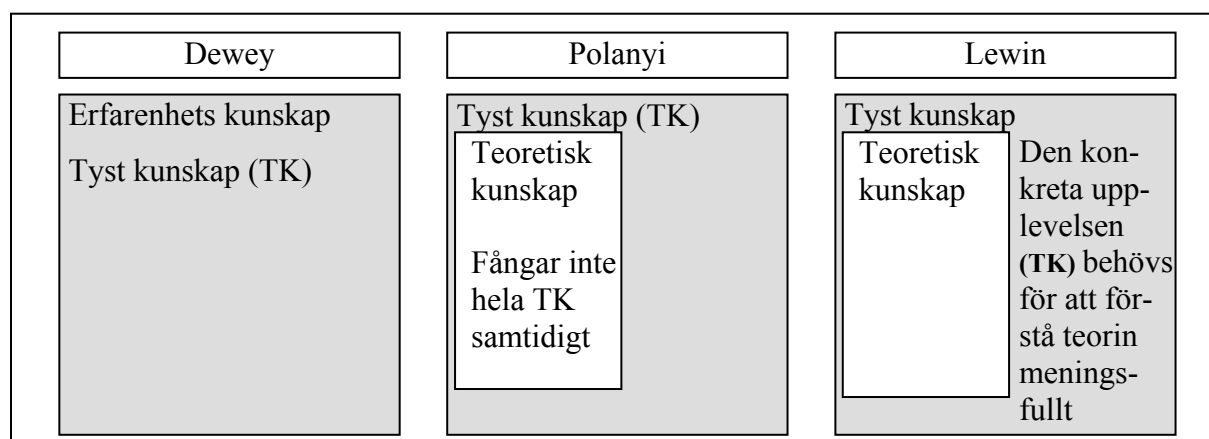
Kartläggningen av ett territorium fungerar snarlikt. En uppdragsgivare med omfattande erfarenhet av området kan berätta allt som är känt om territoriet för lantmätarna i avsikt att underlätta orienteringen och att de ska hitta allt av intresse. De mätningar och observationer som sedan utförs omvandlar den verbala informationen till en mångfacetterad kunskap och förståelse beträffande området och ska föras in i en karta som sammanfattar den nya kunskapen. Den sammanfattade informationen gör det möjligt för en utomstående att göra sig en föreställning vad en resa genom territoriet innebär.

Förståelsen av ”kursytan” får studenterna enligt intervjuerna genom egen aktiv bearbetning :

- ✓ laborerande
- ✓ läsning av anteckningar
- ✓ diskussioner med kamrater
- ✓ eftersamlingen
- ✓ beräkningar
- ✓ skrivandet av laborationsrapporten.

6.3.2.1. Begreppsbyggandet skiljde teoretisk kunskap från tyst kunskap

Laborationer utformade för att utveckla studenternas färdigheter att agera i kommande situationer väcker inga förhoppningar om att studenternas förståelse av i kursen ingående teori skulle förstärkas. Om man istället uttrycker samma sak på engelska *-experimental work developed for generating knowledge in action for the future-* associeras syftena istället till



Figur 28. Tyst kunskap och teoretisk kunskap enligt tre tänkare

Dewey (Dewey, 1997), Polanyi (Polanyi, 1966) och Lewin (Egidius, 2002)– tyst kunskap, erfarenhetskunskap och konkreta upplevelser som leder till meningsfullt lärande (Figur 28). Deweys kunskap, erfarenhetskunskapen är urskolan, man gör en erfarenhet och drar slutsatser

ur denna, kunskap som kan klara sig utan språket. Polanyis kunskap, den tysta kunskapen, i princip samma som Deweys erfarenhetskunskap, delar av tyst kunskap omkodades till verbal representation men denna uttrycker inte alla aspekter av kunskapen - delar av kunskapen förblev tyst. Den verbala delen är inte teoretisk kunskap i ordets sanna mening, teorin förstås lättast om den som tolkar formuleringarna själv kan tillföra den saknade tysta delen. Lewins konkreta upplevelser, är den tysta kunskap, som behövs för att göra den verbaliserade kunskapen meningsfull. Dessa tre personers tankar bildar en stabil grund för att hävda att meningsfullt tillgodogörande av teorin för nybörjarstudenterna sannolikt tilldrar sig i interaktion med nära kopplade erfarenheter.

Studiens samlade data av studenternas bedömning av att/hur laborationerna bidrar till deras lärande bekräftar uttalandets giltighet.

6.3.2.2. Laborationen förenar teoretisk kunskap och tyst kunskap

Den framräknade statistiken baserad på studenternas svar visar inte att positiva attityder till laborerandet bidrar nämnvärt till tentamensresultatet. En tänkbar förklaring kan vara att laborationskursens uttalade huvudmål är att studenterna ska tränas i att hantera den utrustning som ingår i ett kemilaboratorium.

Insikten att användandet av experimentella metoder kan ge svar på egna frågor är en viktig erfarenhet och förutsättning i studentens fortsatta kemiutbildning. Vederbörande förväntas att steg för steg ta över ansvaret för sin praktiska verksamhet. Kort uttryckt utför studenten andras försök i den inledande kemikursen för att i den avslutande kursen genomföra sina egna experiment.

I presentationen av laborationerna har studenterna inte delgivits att det primära målet är att uppöva deras handlag. Med laborationsindelningen i övningar, undersökningar och erfarenheter (Woolnough & Allsop, 1985) skulle laborationerna klassas som övningar. I studien anser studenterna att laborationerna har kvalitéer som karakteriserar alla tre klasserna vilket indikerar att även försök som har ett givet mål även kan uppfylla fler mål.

Studenternas värderingar av sin egen kompetens gällande de olika lärandemålen för den aktuella laborationen, direkt före och efter försöket, visar att studenterna anser sig öka sin kompetens betydligt redan under det praktiska arbetet.

Förståelse under försöken uppstår i studentens samverkan med visuell representation (i ljuset av de teoretiska beskrivningarna) vilken inte går omvägen via språket för att uppfattas vilket däremot lärande från enbart verbal representation gör (Schwartz & Heiser, 2006).

Att studenterna i intervjuerna inte ser försöket som underhållning beror bland annat på, deras oro att misslyckas under försökets genomförande, vilket skapar viss stress.

Konstruktören av försöket har förmodligen utgått från visionen att låta studenterna bekanta sig experimentellt med några av begreppen som ingår i kursen. Framför allt när laborationen inte har presenterats vid en föreläsning i förväg blir studenternas första möte med försöket läsningen av laborationsinstruktionerna, vilkas primära syfte är att beskriva utförandet så att försöket ger förväntade resultat. Instruktionerna kan med sina detaljrika formuleringar ge studenterna intrycket att det är ett lyckat genomförande som är målet inte att målet är att stärka förståelsen. Studenternas kommentarer talar bland annat om felmarginaler

6.3.2.3. Studenternas förberedelser inför laborationen

Labförberedelser, uppmärksammas under intervjuerna enbart på min direkta fråga, bemöts med generade leenden och kommentarer att de är väl bra men uteblir ofta. Att döma av svaren värderas förberedelserna lågt på grund av svårigheter som hindrar studenterna från meningsfulla förberedelser. Som nybörjare med begränsade erfarenheter inom kemidomänen underlättar det, enligt studenterna, att i förväg få utrustningen som ska användas demonstrerad för sig så att de vet under förberedelserna vilken utrustning som instruktionen syftar på.

En intressant iakttagelse från en laboration på Högskolan i Halmstad, april 2008.

En kvinnlig student som under utbildningen arbetat med helt andra laborationer än de som erbjuds på motsvarande kemikurser vid GU uttalade sig spontant om sina laborationsförberedelser. "När jag förbereder mig hemma gör jag mig en föreställning om hur utrustningen ser ut och vad jag ska göra med den. Sen när du (assistenten) visar utrustningen ser den inte alls ut som jag har tänkt mig och då faller min bild av laborationen och då vet jag inte längre hur jag ska utföra laborationen." Citatet, liksom hennes övriga kommentarer, understryker att förberedelserna inför laborationen har stor betydelse för att arbetet under laborationen ska bli meningsfullt och att dessa förberedelser är mycket beroende av att de verbala instruktionerna samverkar mot en korrekt föreställning av den utrustning som ska användas.

När studenterna inte vet hur utrustningen ser ut menar de att förberedelserna blir i blindo, det finns ingen fast punkt (ett välkänt objekt) att fästa tankarna på. Det kan jämföras med, Loci, den grekiska mnemoniska tekniken att minnas, dispositionen för en presentation kopplas till tänkta objekt som man passerar under en vandring. Om studenterna inte kan föreställa sig

föremålens användning under laborationsförberedelserna blir det troligtvis svårare för dem att skapa sig en bild av hur proceduren ska genomföras.

6.3.2.4. Med ökad erfarenhet minskar frågorna under försöket

Instruktioner som för den erfarna är tydliga innebär för nybörjaren, som saknar erfarenhet, en serie av beslut som ska tas. Vad menas med ”omslag till bestående svagt lila lösning”? Vad menas med att vänta tills fällningen har satt sig? Hur mycket är en knivsudd? Vad menas med att förbereda en byrett? Många frågor som alla har det gemensamt att de sorterar under beteckningen tyst kunskap.

En metod för nybörjaren att förstå beskrivningen är att låna kognitiv kompetens av assistenten, att låta vederbörande framföra sin erfarna tolkning av beskrivningen. En annan metod har benämnts ubi, (Bygger på det av Wickman och Östman (2002) beskrivna språkspillet). Studenterna försöker genomföra försöket utan att be assistenten om hjälp. De är osäkra på hur proceduren ska genomföras. Den som är i färd med att utföra en insats uttalar ord som har med insatsen att göra och vid utebliven reaktion från partnern (”bifall”) genomförs insatsen. I nybörjarsituationen är pararbetet enligt ovan en fördel när det gäller att lära sig praktiska inslag, det ger bifall under arbetet till skillnad från ensamarbete i vilket studenterna avbryter arbetet för att gå iväg och via frågor erhålla bifall från en assistent eller en kurskamrat.

Utförandet ger episodminnen och procedurminnen. Procedurminnen innebär en erfarenhetskunskap som gäller den motoriska delen av kunskapen. Instruktionen, den verbala informationen har översatts till en motorisk kunskap, en tyst kunskap. Genom att följa instruktionen genomförs rörelser som inte är beskrivna men som byggs in i det procedurella kunnandet. Ju mer proceduren behärskas desto mindre blir behovet av den verbala informationen och desto tystare blir kunskapen. Utförandet ger också andra kunskaper som inte står i instruktionen, känsla för tidsförlopp, viktiga färgförändringar, variationer i olika fällningsförlopp och fasövergångars inverkan på reaktioner för att nämna några exempel. Dessa kunskaper kommuniceras inte alltid och är därmed tysta tills vidare.

6.3.2.5. Försöket som styrmekanism i en ZOPED

Eftersamlingen leds av assistenten och kan lätt bli en envägskommunikation. I en diskussion kan assistenten bli den som lägger beslag på tiden, det finns studenter som förblir tysta i

närvaro av representanter för utbildningen. I intervjuer har föreslagits att studenterna själva skulle diskutera försöket i en eftersamling och därefter rapportera skriftligt eller muntligt. Vygotskij framhöll vikten av att leda samtalet till förståelse i överensstämmelse med det naturvetenskapliga samfundets förståelse. Beträffande konstruktionen av ZOPED i ett laborativt ämne som kemi skulle diskussionen kunna fungera utan den kunnige ledaren. I avsaknad av en ”kunnig” krävs styrinstrument, dessa utgörs av: att alla deltagares inlägg bedöms jämlikt och att inläggen i samtalet hela tiden jämförs med vad teorin uttrycker och hur inläggen stämmer med verkligheten. Deltagarnas upplevelser av försöken är tillräckligt samstämmiga för att avvikelserna inte ska påverka diskussionen. Visuella upplevelser är mer determinanta i sin information än motsvarande verbala beskrivningar är och borde kunna leda diskussionerna i riktning mot förståelse av försöket och möjligheten att förklara försöket korrekt. Det finns kritiska forskarrapporter mot resonemanget att låta diskussioner ske utan en kunnig, men med de förbehåll jag angivit borde åtminstone diskussioner på akademisk nivå leda i rätt riktning om de leder nånstans. Denna grupp är större än de spontana diskussionsgrupper studenterna vanligtvis deltar i, skillnaden bör rimligtvis vara att med minskad storlek minskar också den gemensamma kunskapen och mångfalden av perspektiv. Så länge det fortfarande är ett yttre samtal mellan individer ges vanligtvis bättre förutsättningar att formulera sin förståelse på kortare tid än för den enskilde.

6.3.2.6. Att bli förstådd/att förstå kommunikativt

Instruktionerna till försöken är svåra att förstå för nybörjaren (däremot när proceduren är genomförd så kan liknande procedurer genomföras med mycket mindre problem).

När René och Kerstin kommunicerade runt genomförandet av försöket förstod de varandra trots ofullständiga meningar.

När Lars kommunicerade med mig förstod jag trots ofullständiga meningar.

I det första fallet kommunicerar texten användandet av objekt som är okända för läsarna. I det andra fallet kommunicerar två nybörjare om samma ageranden men de har objekten framför sig så att båda vet **vad** de talar **om** och då räcker det att det uttalade bara uttrycker relationer mellan objekten för att budskapet ska gå fram. I det tredje fallet talade nybörjaren (Lars) med en erfaren (Jag) och då går budskapet fram när han nämner vilka objekten är och när han som René och Kerstin kompletterar med några ord som uttrycker relationer. Det viktiga i samtalen då är att båda parter är säkra på vilka objekt som diskuteras, då är mottagaren säker på vilka relationer som åsyftas i det verbala.

I en fortbildningskurs som jag ledde strax före den här studien fick deltagarna i uppgift att intervjua barn som skulle förklara naturvetenskapliga fenomen. När intervjufrågan ställdes om något som barnen kände till i sin vardag kunde svarens relationer till frågan bli mycket varierande. När barnen och läraren observerade något tillsammans fick svaren på lärarens frågor mycket nära relation till frågans intention.

Som nybörjare är det svårt att förstå den teoretiska beskrivningen när man inte känner till relevanta objekt eller fenomen.

En variant av den här reflektionen utgår från när språket istället för att vara den problematiska punkten utgör verktyget för att nå förståelse. Situationen när den lärande har försökt att förstå ett problem och ger upp och frågar den kunnige har jag varit inne på tidigare: När frågan uttalats kommer frågeställaren själv på lösningen.

I ljuset av kunskaperna från min studie och ovanstående resonemang skulle processen kunna förklaras enligt följande. I letandet efter lösningen skapar den lärande, problemlösaren, en bild av problemet, relationer ses i strukturer, ett icke-verbalt arbete. När den lärande ger upp och går över till att formulera sig så att den kunniga ska förstå översätter den lärande de involverade "objekten" och anger relationer mellan dessa. Jag har skrivit tidigare att formuleringarna ska bygga fundamenten på båda sidor av en flod (samtidigt) för den bro som ska få den kunniga och den lärande att mötas. Före bytet av representation har den lärande arbetat i den logik som bildtänkandet bygger på som förmodligen är som en 3-dimensionell karta, en rymd, där alla fakta presenterar sig på en gång och nu ska fakta presenteras som en verbal vägbeskrivning vilket ger en annorlunda logik att nå lösningen på. Då leder den lärande den kunnige längs den bästa vägen genom den icke verbala rymden med användning av sekventiell verbal information för att den kunnige ska förflyttas till den del av rymden som inte stämmer. Målet är att den lärande ska kunna ge en tydlig vägbeskrivning som leder rätt därför fokuseras informationen på att skala bort förvirrande (oväsentliga) detaljer och enbart beskriva de som leder den kunnige fram till slutpunkten. Kanske är det språkets typologiska och topologiska egenskaper ger sitt bidrag till lösningen. Användandet av verbala begreppstermer istället för symboler kanske skärper begreppets speciella avgränsningar eller pekar ut relationer på ett sätt som inte är lika uppenbart i den symboliska representationen. Oavsett om min reflektion kring det här fenomenet vinner gehör eller ej kommer den att finnas i mina tankar även fortsättningsvis. Hade min beskrivning varit korrekt hade jag också känt mig säker på att den är korrekt, enligt beskrivningen.

6.3.2.7. Förståelsearbete i kemi

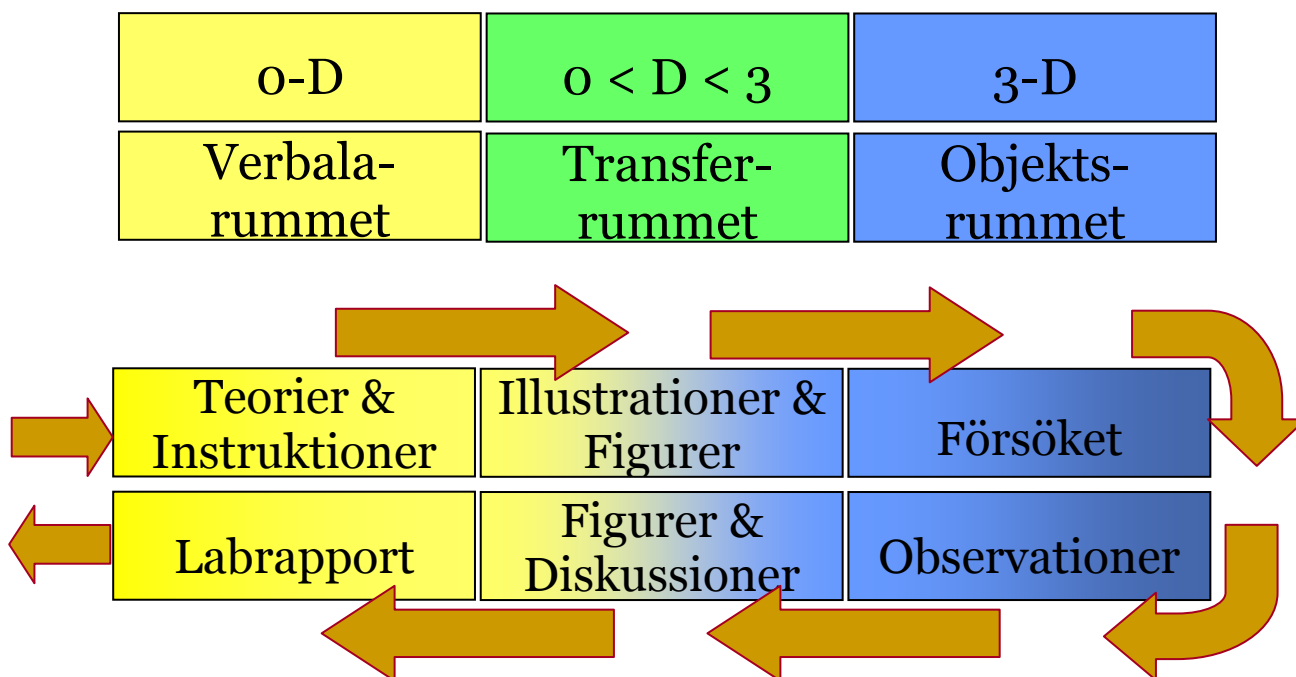
Förståelsearbetet förutsätter ett abstrakt tänkande som bearbetar texten mot någon form av mental modell. Det handlar om att studenten ska sortera ut några tänkbara mentala modeller av de vederbörande förfogar över. En modell grundad på förståelse av kunskap med kopplingar till det nya, bör beroende på hur nära kopplad den är medverka till oproblematisk förståelse av det nya.

Om läsaren har ett episodiskt minne från utförandet av ett försök som ger direkt koppling till texten, kan detta belysa vad texten vill uttrycka och därigenom underlätta förståelsen. I avsaknad av ett episodiskt minne till det man vill förstå, krävs ett associationsarbete som hittar liknande erfarenheter eller liknelser vilka upplevs som sannolikt relevanta i sammanhanget. Det handlar om associerbara erfarenheter från andra sammanhang vilka potentiellt kan tillföra icke-konsistent samverkande information till den verbala information som studenten försöker förstå. Det icke-konsistent tillförda bruset kan störa det abstrakta tänkandet varvid större ansträngning krävs för att nå förståelse. Om associationsarbetet inte hittar någon användbar erfarenhet återstår alternativet att aktivt skaffa sig en konkret upplevelse (en laboration att tänka tillbaka på) att samverka mot. Att nöja sig med konkret tänkande kräver per definition interaktion med objektet (laborationen) eller att lära sig utantill.

Bristen på relevanta mentala bilder för kemistudierna skulle kunna vara en anledning till att kemistudierna känns krävande, att det blir svårt att bibehålla koncentrationen, vilket uttrycks som tråkigt. Lars upplever laborerandet som stimulerande och ”kul”. Den positivt uttryckta attityden kan eventuellt vara en reaktion på att förståelse av den verbala representationen visat sig vara mindre krävande i ett abstrakt tänkande grundat på en ”skräddarsydd” konkret upplevelse. Teorin fick ”ett ansikte”/ ett episodiskt minne/Gestalt. Med ”ett ansikte” refererar jag till retorikens grundregler att budskapet ska konkretiseras så att mottagaren upplever hur det påverkar den enskilda människan - begränsa informationen till hur den fungerar i ett enskilt fall (teorin tillämpad på en reaktion/ett fenomen). Med episodiskt minne (*Tulving, 1972*)/Gestalt (*Gordon, 1997*) refererar jag till att det observerade bildar en visuell helhet som innehåller spatials och kronologiska representationer. När den verbala representationen tillämpas på denna helhet är det lättare att finna vad den verbala informationen avser att uttrycka och vad i informationen som är bruset. En visuell representation är enligt Schwartz och Heiser (*Se sidan 43*) deterministisk till skillnad från de verbala representationerna. Den visuella representationen ger en entydig visuell tolkning av ett fenomen i en spatialt och kronologiskt begränsad verklighet, medan den verbala representationen, ur den lärandes perspektiv, oftast ger utrymme för ett flertal tolkningar utan begränsningar i tid och rum.

6.3.3. Analysmodellen i ljuset av studenternas respons i enkäter och intervjuer

En sammanfattning av hur data återspeglades i modellen.



Figur 29. Laborationen, leder nybörjar studenten på en resa från 0D till 3D och tillbaka igen.

I statistiken framgår att studenterna i stor utsträckning anser sig ha fått kemin på köpet. De ser kursen som en transportsträcka för att kunna ta sig vidare till andra studier. De ger som skäl att de studerar kursen att den är obligatorisk. Endast var tredje man och var femte kvinna anger att de har intresse för kemin. Även i intervjuerna och i videodokumentationen visas tecken på att de har fått kemin på köpet. Hälften av alla studenter anger också att de studerar kemi för att nå förståelse vilket tolkas som att många ändå har en ambition att vilja tillgodogöra sig kemistudierna meningsfullt. Kvinnorna i studien uttrycker mer positiva attityder än männen angående laborationernas bidrag till förståelsen och till förbättrade attityder. Med tanke på att litteraturen visat att kvinnor i allmänhet har ett bättre episodiskt minne (Nilsson, 2004) och sämre spatial förmåga (Bodner & Guay, 1997) än männen, kan det bidra till att förklara kvinnornas positiva inställning. Statistiken visar svagt positiv relation mellan tentamensresultatet och åsikten att laborationen bidrar till förståelsen respektive åsikten att laborationsrapporten är viktig för lärandet till skillnad från männens

tentamensresultat som har svagt negativ relation till dessa åsikter. Intervjuerna gav flera kommentarer om att den kurs de läste parallellt med kemikursen saknade laborationer, vilket de ansåg vara en brist.

Sammanfattningsvis finns det alltså tecken på att laborationer bidrar till kemiförståelse och mer positiva attityder för särskilt de kvinnor som ser kemistudier som en transportsträcka för vidare studier

Traditionellt har studenterna genomgått naturvetenskapligt program på ungdomsgymnasium som förberett dem för naturvetenskapliga akademiska studier. Det finns en utveckling som medför att alltfler studenter förberett sig via alternativa studievägar vilka kan hålla samma pedagogiska kvalité, studievägar som oftast erbjuder kursinnehållet under hälften så lång tidsrymd. Detta kan ha inneburit att den enskilde studenten erbjudits otillräcklig tid att bearbeta kunskaperna i naturvetenskaplig reflektion. Drygt var fjärde student har sin naturvetenskapliga bakgrund från dessa kortare utbildningar och vid det diagnostiska provet (förtestet) visar de som grupp upp lägre förkunskaper än de som kommit från de traditionella gymnasieutbildningarna. Den kortare tidsrymden kan också ha inneburit att de erbjudits mindre tid att tillägna sig praktiska erfarenheter inom kemiämnet. I intervjuerna uttalas problem att förstå den verbala undervisningen, särskilt första veckorna, och studenterna uttalar ofta att återerinringen av minnena från laborationerna hjälper dem att i samverkan med teoristudierna uppnå förståelse av teorin. De menar att upplevelserna (den visuella representationen) ger nya perspektiv på den verbalt representerade teorin och även att de får ett nytt sätt att förstå densamma.

Laborationen bör börja med att teorin presenteras i förväg och i nära anslutning till laborationstillfället (Johnstone, 1969). Det finns en vilja från undervisningens sida att presentera teorin på en föreläsning före laborationstillfället, men med ett stationssystem där fyra laborationer genomförs parallellt under en period är det förenat med logistiska svårigheter. Studenterna uttrycker i intervjuerna att det kan vara svårt att se meningen med en laboration. I statistiken visade det sig att oavsett när ett försök genomfördes fanns det hela tiden en andel studenter som ansåg att teorin inte hade presenterats samtidigt som andelen studenter som ansåg att den hade presenterats ökade. Det finns med andra ord en hel del studenter som inte gör kopplingen till laborationerna. Det uttrycks också att det inte är före eller efter som är viktigast utan att teorin ligger i nära anslutning. Det viktigaste tycks vara att föreläsning och laborationsförsök ligger nära varandra i tiden för att studenterna i allt högre

utsträckning ska lära sig koppla teorin till försöket. Men på en direkt fråga svarar studenterna att de i regel är intresserade av att ha teorin med sig till försöket för att försöka förstå försöket i ljuset av teorin. Andelen som önskar att få teorin efteråt vill ha möjlighet att själva först försöka förstå försöket och uttrycker att försöket väcker en nyfikenhet och en önskan att förstå försöket. Indelningen av laborationer i inriktningarna övningar (öva labfärdigheter), undersökningar (att se om försöket uppträder enligt den personliga tolkningen av teorin) och erfarenheter (att se om tolkningen av upplevelserna under försöket stämmer överens med teorin) (Woolnough & Allsop, 1985) är intressant. Kursens ambition med laborationen var övning. Uttalanden från studenterna anger att huvuddelen vill arbeta med försöket som en undersökning och en mindre del vill arbeta med försöket som en erfarenhet. Studenternas uttalanden visar att det inte är en lätt uppgift att skapa en laborationssituation som passar alla. Med försöket tycks de efterfråga att få möjlighet bygga upp den tysta kunskap/konkreta upplevelse som beskrivs av Dewey (Dewey, 1997), Polanyi (Polanyi, 1966) och Lewin (Egidius, 2002) som behövlig för att tolka teorin meningsfullt. Viljan att förstå, nyfikenheten, är i överensstämmelse med dubbelkodningsteorin (Paivio, 1991) som menar att vid lagringen av det upplevda tillfogas en personlig tolkning av det upplevda. I brist på egen tolkning är den lärande beredd att tillägna sig någon annans förklaring för att nå en förståelse.

Antalet timmar som studenterna som grupp har lagt ned på sina kemistudier den gångna veckan är inte så imponerande. På individnivå uppger var femte student att de studerat fyra timmar eller mindre under de senaste sju dagarna. Ungefär hälften har lagt ner åtta timmar eller mindre. Otillräcklig tid har avsatts för att hinna med både studierna och laborationsförberedelserna. Att en del studenter inte prioriterar att komma väl förberedda för försöket kan bero på att de inte känner till den utrustning eller de handlag som beskrivs i laborationshandledningen, de har svårt att göra sig en föreställning av hur försöket ska genomföras. I förberedelserna gör de sig en föreställning som sedan inte stämmer med verkligheten vilket leder till att de känner att de måste ställa många frågor om utförandet till assistenten, enligt intervjuerna. I Transfer-rummet kan man enligt modellen tänka sig att den verbala instruktionen översätts till agerande. När en del studenter föreslår att teorin ska presenteras före laborationstillfället och att utförandet ska presenteras i samlingen före försöket (prelab) är det ett sätt att få informationen ut portionerad för att undvika att det blir för hög informationstäthet (Transfer-rummet förlängs). Att studenterna är i latent behov av ett Transfer-rum för att förstå instruktionen visas, när studenterna konstaterar att foton och interaktiva program inte kan ersätta laborationen. Men de kan användas för att hjälpa till att omvandla den skrivna instruktionen till att skapa en föreställning av hur det kommande

försöket ser ut och hur det ska genomföras. Redan i Transfer-rummet kan förståelse för den teori som försöket ska belysa uppstå.

I Objekts-rummet utförs försöket. Så gott som samtliga studenter anger i statistiken att försöket ger laborationsvana, vilket i förlängningen ger procedurminnen (Nilsson, 2004) av utföranderitualer, perceptuella minnen (Nilsson, 2004) av hur kranen känns mot fingrarna när man tillsätter rätt mängd titrator och hur färgomslaget ser ut vid titrerpunkten och episodiskt minne (Nilsson, 2004) som anger information om placering av byretten ovanför titrerkolven och när tratten skall placeras i byretten och när den ska avlägsnas i förhållande till andra utförande steg; kunskaper som tillsammans bildar chunken ”titrering” utifrån vilken instruktionen vid nästa titrertillfälle tolkas.

Det framgick också av intervjuerna att användningen av titrering i olika laborationer upplevdes positivt av studenterna, upprepningen verkade öka deras självkänsla genom upplevd progression. Den ökade labvanan kan alltså tänkas frigöra kognitiv kapacitet som kan stärka förståelsearbetet under försöket.

Dessutom redovisar studenterna i statistiken att laborationen som ett medelvärde har bidragit med hälften av de totalt sju bidrag de kunde välja mellan:

- ✓ Fått använda teorin
- ✓ Fått ökad förståelse för teorin
- ✓ Fått intresse för teorin
- ✓ Fått lust att lära mer
- ✓ Fått ökad labvana
- ✓ Fått ökad säkerhet kring teorin
- ✓ Fått givande diskussioner

Ett alternativt sätt att se på ovanstående mätvärde vilket förmodligen är närmare sanningen är att hälften av studenterna anser att laborationen bidrog med alla de valbara bidragen. Hur det än tolkas statistiskt så är det en positiv respons som understryker att studenter som fått kemin på köpet har nytta av att laborera. Aktiviteten understöder både bättre attityder och ökat lärande uppger studenterna, medan Reid och Shah (2006) påstår att laborationerna endast bidrar med stimulans och erfandet av teorin i verkligheten.

Ett argument för laborationens bidrag uttrycks i en intervju som att det går att förstå teorin utan försökets erfarenheter men att det ”kräver lite mer” av studenten och att med samma ansträngning når man förståelse av mer teori i ljuset av ett återerinerat relevant försök än utan. I samma intervju avskrivs interaktiva program som ersättning för ett försök utfört i

verkligheten med orden: ”*Fast de e inte (heller) riktigt samma sak*”. Alla tre uttalandena uttrycker att laborationen bidrar med något speciellt som inget annat tillvägagångssätt kan ersätta, enligt studenterna. En tänkbar förklaring som skiljer ett riktigt försök från de kända alternativen är dimensionen. I ett riktigt försök upplevs verkligheten i 3-dimensioner, övriga representationer varierar mellan noll- och 2-dimensioner. En annan viktig funktion hos försöket är att det förmodligen uppträder som konstruktören planerat om utförandet varit korrekt. Upplevandet av att ha genomfört försöket själv ger en känsla för hur naturen fungerar och kan stärka förståelsen när utfallet diskuteras. Studenterna talar om att när de gjort en tillsats i försöket kunde de sen observera förändringar som de kunde relatera till den gjorda tillsatsen. De erinrar sig försöket som det episodiska minnet beskrivs (Tulving, 1972); en händelse med spatiala och kronologiska relationer. De i försöket inbyggda fenomenen visar sig som de är och erbjuder samverkan med de verbala beskrivningarna av fenomenen. Polanyi (Polanyi, 1966) uttryckte att teorin kunde förstås med tillförande av tyst kunskap det vill säga erfarenheten av fenomenet. Dubbelkodningsteorins (Paivio, 1991) ökade möjligheter till återerinring och med visuella minnens lättare åtkomst (Standing, 1973) borde upplevelserna bidra till att effektivisera förståelsearbetet av kemikursens innehåll i de fortsatta studierna.

När försöket är över är studenterna tillbaka i Transfer-rummet.

Videodokumentationen registrerade under försöket att diskussioner som rörde kemiinnehållet förekom mycket sparsamt. Studenterna påstår att de reflekterade över observerade fenomen enskilt och sparade diskussionerna av observationerna tills försöket var avklarat. De använder en logistisk strategi, först genomför de försöket och sedan återerinnrar de sig försöket i efterföljande diskussioner. De kommenterar sina ”sociala” samtal i laboratoriet med att de vill lyckas med försöket och att samtal om försöket skulle kräva för mycket av deras uppmärksamhet.

Den verbala informationen, är inte entydig (Schwartz och Heiser, 2006) vilket för den lärande kan medföra att tolkningsutrymmet är för stort. I intervjuundersökningen nämndes att teorin under föreläsningar, i Verbala-rummet, inte presenteras tillräckligt noggrant. De visuella minnena, från Objekts-rummet, är däremot entydiga (Schwartz och Heiser, 2006) vilket kan bidra till att den presenterade teorins innehåll förtydligas då teorin används för att förstå ett försök. Studenterna hävdar att de diskuterar försöket tillsammans, det kan vara efter försöket, under eftersamlingen (postlab), efter eftersamlingen och före skrivandet av laborationsrapporten. Vanligtvis bidrar laborationer till spontana diskussioner av den

tillhörande teorin i ljuset av försöket (Sotto, 1994). Att känna en förståelse från erfandet av försöket som inte har kunnat formuleras (Lundh, Montgomery och Wærn, 1992) kan ge studenten anledning till spontan diskussion för att dels få hjälp att formulera sig och dels att utvärdera formuleringen mot diskussionen. Att kunna formulera sin förståelse är viktigt i ett utbildningssystem som nästan enbart utvärderar verbala formuleringar vilket väl är orsaken att studenterna inte tror sig ha förstått om de inte kan formulera sig.

Studenternas kommentarer antyder att i den här laborationskursen är det laborationsrapporten som är den avgörande drivkraften för diskussionerna.

Diskussionernas betydelse för att stärka förståelsen har fastslagits åtskilliga gånger (t.ex. Vygotskij, 1934 och Säljö, 2005). I intervjuerna slås diskussionernas betydelse åter fast av studenterna. Erfarenheten av verkligheten i kombination med diskussioner med labkamrater är en bättre miljö för att nå förståelse än genom ensamt tänkande (Millar, 2004). Under videosamtalen framhålls Eftersamlingen av flera studenter som viktig för förståelsen. Oavsett om de har önskat att få teorin före eller efter försöket så framhåller de ändå eftersamlingen som viktig. I båda fallen vill de få bekräftelse på att de har förstått försöket, att de tolkar teorin och försöket så att båda förklarar varandra. Observationerna av försöket och det kommande skrivandet av laborationsrapporten samverkar till en stark motivation att nå förståelse av teorin under eftersamlingen. Eftersamlingen kan få olika utformning beroende på vilken assistent det är, dels kan det bli en frågestund studenterna frågar och assistenten svarar och dels en diskussion mellan studenterna med assistenten som diskussionsledare. I det första fallet låter assistenten studenterna uppleva att de förstår med lån av hans/hennes kognitiva kompetens, vilket senare i deras bearbetning kan hjälpa dem att känna igen när de närmar sig samma förståelse utan assistentens hjälp (Säljö, 2000). I det senare fallet sker kunskapsutbytet mellan jämlikar med snarlika färsk erfarenheter av samma försök och vars förståelsenivåer och vokabulär är sinsemellan likvärdiga. I båda fallen har studenterna uttryckt att de nått förståelse av undervisningsformen.

Efter detta arbete Transfer-rummet ska nu kunskaperna överföras till Verbala-rummet med hjälp av den förståelse som har utarbetats formuleras i meningar, ett arbete i vilket ord ska sättas till ord för att så småningom bilda en begriplig rapport. Studenterna uppger att rapporten tar mycket tid och understryker att den är viktig för deras förståelse. Dels kan den långa tid som används till formuleringarna medverka till förståelsen, dels ska varje mening i rapporten formuleras så att den bildar en logisk del av innehållet varför alla bitar i tankegången får bearbetningstid vilket kan förklara delar av rapportens förståelsebidrag. Men de viktigaste skälen bör vara det som redan har nämnts; rapporten är drivfjädern för

studenterna att bearbeta sina erfarenheter av försöket i diskussion med kamraterna och att rapporten är den sista länken i den kedja av repetitioner som teorin och erfarenheterna passerat under laborationens gång.

6.3.4. Forskningsfrågan

Forskningsfrågans besvarande har belysts ur olika aspekter och har bidragit till tillfredställande kunskaper som kan vara vägledande för utformningen av laborationskurser och hur dessa ska integreras med föreläsningarnas roll för att bidra till studenternas förståelsearbete. Även nya frågor av intresse har uppkommit

6.3.4.1. Huvudfrågan

Störst enighet råder bland studenterna att laborationen bidrar till deras laborationskunskaper, vilket också är målet med den aktuella laborationskursen. Den erhållna laborationskunskapen har potential att bidra till deras förståelsearbete nu när de har fått träning att tolka försök. Korrelationerna visar svagt bidrag från laborationerna (förståelse, viktig kunskap och laborationsrapportens bidrag) till tentamensresultatet för gruppen som helhet, men en hyfsat stark korrelation i kvinnornas fall.

Såväl kvantitativa som kvalitativa data bekräftar att studenterna anser att laborationen bidrar till deras förståelse. Laborationen har inget underhållningsvärde i sig men ändå används ordet rolig i förhållande till bokstudier vilket tolkas som den tillfredställelse som uppstår ur förståelse med hjälp av att tillägnade erfarenheter bidrar till förståelsen av de verbala förklaringarna. Vidare framgår att de kvinnliga studenterna i högre grad än männen upplever att de studerar kemi för att det är obligatoriskt i deras utbildningsprogram samt att de uppskattar laborationen som hjälp för deras förståelse, högre än männen. Arbetet har förtydligat att teorin inte är fullständigt ren teori, den del av tyst kunskap som inte har verbaliserats i teorin är till hjälp för att förstå teorin. Studenterna ser inte substitut för laborationer såsom interaktiva program som en fullgod ersättning utan dessa kan istället användas för att förbereda studenterna för försöket så att detta bidrar effektivare till deras ”tysta kunskap” (och förmodligen kan animationer användas för att förtydliga förklaringarna under eftersamlingen). Eftersamlingen och laborationsrapporten framhålls som mycket viktiga inslag för förståelsen, i det förra formuleras upplevelserna verbalt och bearbetas mot de vetenskapliga teorierna för att sedan i skrivarbetet formuleras för att passa in i rapporten.

6.3.4.2. Följdfrågan: micro-MAKRO

Statistiskt finns ingen korrelation mellan tentamensresultat och vilken laborationsteknik som användes. De som arbetade traditionell skala hade bättre resultat på tentamen men det hade andra orsaker. De som arbetade i microscale visade bättre attityder till laborationerna än de som arbetade traditionellt. När studenterna delades in i grupper efter deras resultat på förtestet och laborationsteknik visade det sig att de med lägst förtestresultat och som arbetade i microscale var de som visade störst positiv förändring i attityder till laborationerna från gymnasiet till universitetet. I stort sett visades små skillnader mellan att arbeta i microscale och i traditionell skala, skillnaderna påverkar inte tentamensresultaten men det verkar vara en svag tendens att microscale påverkar attityderna positivt. Under studiens gång har misstanke väckts att antalet utförandesteg i försöket kan ha ett större inflytande över det pedagogiska utfallet av en laboration.

Studien ger inga pedagogiska argument mot en övergång till microscale i den version som används i studien.

6.3.4.3. Forskningsfrågans biprodukter

Studiens genomförande och utfall har bidragit till att utveckla synen på den introducerande laborationskursen i kemi på Göteborgs Universitet. Nybörjarstudenternas problem att förstå laborationsbeskrivningarna har initierat ett omfattande arbete att omforma dessa i överensstämmelse med studiens indikationer. I laborationssituationen kommer studenternas möjligheter att skapa sig föreställningar av försöket att ökas genom demonstrationer av de presenteras för aktuella laborationsutensilier före förberedelserna. Dessutom har eftersamlingen i slutet av laborationstillfället införts som obligatoriskt inslag. Laborationsrapporten har fått ökat fokus på förståelseinnehåll, studenterna ska med egna ord förklara fenomen som utpekats för dem med frågor i instruktionerna. Med bland annat denna förändring följer att laborationsrapporterna ska granskas ur ett nytt perspektiv. I avsikt att låta den nya synen på laborationens roll avspeglade sig fullt ut för studenterna har en fortbildningskurs utvecklats för assistenterna i vilken de tränas att verka i samma anda som studien indikerar.

6.3.5. Implikationer och framtida forskning

Frågor som uppstått och som borde ge intressanta svar:

Vilka indikationer har studien beträffande hur de inledande kemikurserna på GU ska bedrivas?

Jämförelser mellan korta försök cirka 15minuter och långa försök ca 3 timmar. Ökar de kemirelaterade samtalen under försöket, när stressen att misslyckas minskas, när utförandet av försöket förenklas?

Jämförelser mellan, med eller utan eftersamlingar, och eftersamlingar som bygger på frågor och svar kontra ZOPED diskussioner. Hur skiljer sig studenternas tillgodogörande av försöket med och utan eftersamling. Hur skiljer sig studenternas tillgodogörande av försöket då eftersamlingen har olika utformning; assistenten svarar på studenternas frågor, studenterna diskuterar försöket under ledning av en assistent eller studenterna diskuterar försöket och assistenten är endast närvarande de sista fem minuterna för att svara på frågor som diskussionen inte besvarat?

Hur skiljer sig studenternas upplevelser av lärandet om de rapporterar försöket med en laborationsrapport eller i muntliga rapporteringar inför kamraterna?

6.3.6. Slutsatser och konsekvenser

I studien ger studenterna belägg för att:

- ✓ laborationen, med utförande av verkliga försök, är viktig för deras förståelsearbete
- ✓ möjligheterna att meningsfullt förbereda sig inför en laboration skulle ökas om laborationsbeskrivningen kompletterades med andra representationsformer såsom tydliga foton och interaktiva program.
- ✓ kvinnorna tillskriver laborationen högre värde än männen och den positiva attityden till laborationen relaterar statistiskt mer till deras tentamensresultat än männens
- ✓ försöket, eftersamlingen och laborationsrapporten är de viktigaste laborationsinslagen som bidrar till lärandet (omtolkat innebär det; visualisering av teorin – egen omformulering av teorin i talspråk – omformulering av teorin i skriftspråk)

Konsekvenser av studiens resultat är:

- ✓ Microscale har nu införts i kurslaborationerna på kemiinstitutionen fullt ut
- ✓ Laborationsbeskrivningarna omarbetas i enighet med ovanstående resultat
- ✓ En fortbildningskurs har utvecklats för att omvandla studiens resultat i handling

- ✓ Undervisande doktorander erbjuds kursen för att möta studenterna i enighet med tankegångarna i studien

Tack!

Till mina handledare; Lennart Sjölin som under hela projektets gång har låtit mig känna att jag kan, Christina Kärrqvist som hela tiden hittat nya perspektiv åt mig, till mina kollegor i Halmstad som uttryckt att de saknat mig när jag varit i Göteborg, mina kollegor på kemiinstitutionen i Göteborg som accepterat mig trots att de inte ansåg att jag var kemist, mina kollegor på Pedagoger i Göteborg som accepterat mig trots att de inte ansåg att jag var pedagog, till Eva min fru och Katja och Mattias mina vuxna barn som alla tre struntar i om jag är kemist eller pedagog för dem är jag Mästare på matlagning.

Framförallt tack till mina föräldrar som har givit mig viljan att förstå ”grejer” vilket har lett till att jag träffat alla de som jag har tackat.

Referenser:

Andersson, B. (1989). Grundskolans naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer. Stockholm: Utbildningsförlaget

Arzi, H. (1998). Enhancing Science Education Through Laboratory Environments: More Than Walls, Benches and Widgets. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*, 595-608. Dordrecht: Kluwer

Asimov, I. (1965). Kemins historia. övers. S. Liljefors och K. Rang. Stockholm:Prisma

Atkinson, R., & Shiffrin, R. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In K. Spence & J. Spence (Eds.) *The psychology of learning and motivation*, vol 2. New York: Academic Press

Ausubel, D. (1968). Educational Psychology: a Cognitive View. New York: Holt. Rinehart and Winston

Bailey, P., & Garratt, J. (2002). Chemical Education: Theory and Practice. *University Chemistry Education*, 6, (6), 39-57.

Barnes, D. (1988). *From Communication To Curriculum*. London: Penguin Group

Battino, R. (1960). Laboratory by Discussion. *Journal of Chemical Education* 37, 257-258.

Bodner, G. (2001). Why Lecture Demonstrations are “Exocharmic” for both Students and their Instructors. *University Chemistry Education*, 5,(1), 31-35.

Bodner, G. (2003). Problem Solving: the Difference Between What We do and What We Tell Students to do. *University Chemistry Education*, 7, (7), 37-45.

Bodner, G., & Domin, D. (2000). Mental Models: The Role of Representations in Problem Solving in Chemistry. *University Chemistry Education*, 4, (1), 24-30.

Bodner, G., & Guay, R. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test. *The Chemical Educator*, 2, (4), 1-17.

Bodner G., Hunter, W., & Lamba, R. (1998). What Happens when Discovery Labs are Integrated into the Curriculum at a Large Research University? *Chemistry Educator*, 3, 1.

Bolin, & Gustaver. (1953). Min kemibok, 1:a delen, oorganisk kemi. Stockholm: Tidens

Bower, G., Karlin, M., & Dueck, A. (1975). Comprehension and Memory for Pictures. *Memory and Cognition*, 3, (2), 216-220.

Burton, G., Holman, J., Pilling, G., & Waddington, D. (1994). *Salters Advanced Chemistry; 1. Chemical Storylines & 2. Chemical Ideas*. Oxford: Heineman

Clancy, M., (2006). *Active Bodies, Active Brains: Building Thinking Skills through Physical Activity*. Champaign : Human Kinetics

Cramer, K., Post, T., & Behr, M. (1989). Cognitive Restructuring Ability, Teacher Guidance and Perceptual Distracter Tasks: An Aptitude Treatment Interaction Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20,(1), 103-110.

Denhière, G., & Denis, M. (1989). The Processing of Texts Describing Spatial Configurations. In H. Mandl & J. Levin (Eds.) *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*. Amsterdam: Elsevier Science

Dewey, J. (1959). The School and Society. In M. Dworkin (Ed.) *Dewey on education*. Teachers College Press 33-90. (Original 1899)

Dewey, J. (1997). Demokrati och Utbildning (transl. N. Sjödén.). Göteborg: Daidalos (Original 1916)

Dinan, F., & Frydrychowski, V. (1995). A Team Learning Method for Organic Chemistry. *Journal of Chemistry Education*, 72, (5), 429.

Domin, D. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76, (4), 543-547.

Donald, M. (1991). *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*. Cambridge: Harvard University Press

European First Year Experience. (2007). Conference Programme 9th – 11th May 2007

Egidius, H. (2002). *Pedagogik för 2000-talet*. Stockholm: Natur och Kultur

Filosoflexikonet. (1988). (övers. Jan Hartman) Stockholm: Forum (original 1983)

Fischer, J-P. (1992). Subitizing: The Discontinuity after Three. In: J. Bideaud, C. Meljac & J-P. Fischer (Eds.). *Pathways to number. Children's developing numerical abilities*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum

Gordon, I. (1997). *Theories of Visual Perception*. Chichester: Wiley

Gunstone, R., & Champagne, A. (1990). Promoting Conceptual Change in the Laboratory. In: Hegarty-Hazel, E. (Ed.) *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London: Routledge. 159-182

Hawkes, S. (2004). Chemistry is NOT a Laboratory Science. *Journal of Chemical Education*, 81, (10), 1257.

Hegarty-Hazel, E. (1990). The Student Laboratory and the Science Curriculum: An overview. In: Hegarty-Hazel, E. (Ed.) *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London: Routledge. 3-26.

Herron, D. (1971). The Nature of Scientific Enquiry. *School Review*, 79, 171-212.

Herron, D., & Nurrenbern, S. (1999). Improving Chemistry Learning. *Journal of Chemical Education*, 76, (10), 1354-1361.

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). Practical Work in School Science: Exploring some Directions for Change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755–760.

Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty- First Century. *Science Education*, 88, 28-54.

Ibanez, J., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., & Singh, M. (2007). *Environmental Chemistry: Microscale Laboratory Experiments*. New York: Springer

Johnson-Laird, P. (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press

Johnstone, A. (1982). Macro – and Micro- Chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.

Johnstone, A. (1997). Chemistry Teaching-Science or Alchemy? *Journal of Chemical Education*, 74, (3), 262 – 268.

Johnstone, A. (2006). Chemistry Education Research in Glasgow in Perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, (2), 49-63.

Johnstone, A., & Al-Shuaili, A. (2001). Learning in the Laboratory; some Thoughts from the Literature. *University Chemistry Education*, 5, (1), 42-51.

Johnstone, A., & El-Banna, H. (1986). Capacities, demands and processes – a predictive model for science education. *Journal of Chemical Education*, 23, (3), 80-84.

Kind, P., & Kind, V. (2007). Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science. *Studies in Science Education*, 43, 1-37.

Kress, G. (2003). Literacy in the New Media Age. London: Routledge.

Kvale, S. (1997). Den kvalitativa forskningsintervjun. Lund: Studentlitteratur

Lee, H. (2007). Instructional Design of Web-based Simulations for Learners with Different Levels of Spatial Ability. *Instructional Science*, 35, (6), 467-479.

Lederman, N. (2006). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. Abell & N. Lederman (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates

Liedman, S. (2001). Ett oändligt äventyr. Om människans kunskaper. Stockholm: Bonniers

Lindahl, B. (2003). Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet. (avhandling för doktorsexamen, Göteborgs Universitet).

Lunetta, V. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. In B. Fraser & K. Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

Lundh, L-G., Montgomery, H., & Wærn, Y. (1992). Kognitiv Psykologi. Lund: Studentlitteratur

MacLeod, C., Hunt, E., & Matthews, N. (1978). Individual Differences in the Verification of Sentence-Picture Relationships. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, (5), 493-507.

Mani, K., & Johnson-Laird, P. (1982). The mental Representation of Spatial Descriptions. *Memory and Cognition*, 10, (2), 181-187.

Marr, D. (1982). Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information. San Francisco: Freeman

Marton, F., & Booth, S. (1997). Om lärande. Lund: Studentlitteratur

Mayo, D., Pike, R., & Butcher, S. (1986). Microscale Organic Laboratory. New York: Wiley.

Mervis, C., & Rosch, E. (1981). Categorization of Natural objects. *Annual Review of Psychology*, 32 89-115.

Millar, R. (1989). Bending the Evidence: The Relationship between Theory and Experiment in Science Education. In R. Millar (Ed.) *Doing Science: Images of Science in Science Education*. London: Falmer Press

Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. (High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Sciences, Washington, DC). (www7.nationalacademies.org/bose/Millar_draftpaper_Jun_04.pdf)

Miller, G. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 63, 81-97.

Nationalencyklopedin Multimedia. (2000), Höganäs: Bra Böcker

Nilsson, L-G. (2004). Våra långtidsminnen. *Tvärnsnitt*, 3, (4), 22-26.

Okebukola, P., & Ogunniyi, M. (1984). Cooperative, Competitive, and Individualistic Science Laboratory Interaction Patterns – Effect on Student's Achievement and Acquisition of Practical Skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, (9), 875-884.

Paivio, A. (1991). Conceptual Pegs in Theory Development. In Paivio, A. (Ed.) *Images in mind*. Hertfordshire: Harvester Wheatsheaf

Pavia, D., Lampman, G., Kriz, G., & Engel, R. (1999). *Introduction to Organic Laboratory Techniques: A Microscale Approach*. Fort Worth: Saunders College Publishing.

Pettersson, R., Metallinos, N., Muffoletto, R., Shaw, J., & Takakuwa, Y. (1991). The use of verbo-visual information in teaching of geography- views from teachers. In Clark-Barca, J., Beaucamp, D., & Braden, R.(red.) 1992: *Visual Communication: Bridging Across Cultures Selected Readings from the 23rd Annual Conference of the International Visual Literacy Association* (p.211-222). Blacksburg, VA

Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. London: Routledge

Reid, N. (2008). A Specific Approach to the Teaching of Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, (2), 172-185.

Reid, N., & Shah, I (2007). The Role of Laboratory Work in University Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, (1), 51-59.

Riggs, K., Ferrand, L., Lancelin, D., Fryziel, L., Dumur, G., & Simpson, A. (2006). Subitizing in Tactile Perception. *Psychological Science*, 17, (4), 271-272.

Rolf, B. (1991). Profession, Tradition och Tyst Kunskap. Övre Dalkarlshyttan: Nya Doxa

Sawyer, K. (2006). The New Science of Learning. In K. Sawyer (Ed.) *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. New York: Cambridge University Press

Schwartz, D., & Heiser, J. (2006). Spatial Representations and Imagery in Learning. In K. Sawyer (Ed.) *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. New York: Cambridge University Press

Séré, M., Fernandez-Gonzalez, M., Gallegos, J., Gonzalez-Garcia, F., de Manuel, E., Perales, J., & Leach, J. (2001). Images of Science Linked to Labwork: A Survey of Secondary School and University Students. *Research in Science Education*, 31, 499-523.

Shepard, R., & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-dimensional Objects. *Science*, 171, 701-703.

Shepard, R., & Cooper, L. (1986). *Mental Images and their Transformation*. Cambridge: MIT Press

Sjøberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning*. Lund: Studentlitteratur

Slater, P. (1940). Some Group Tests of Spatial Judgement or Practical Ability. *Occupational Psychology*, 14, 40-55.

Smith, A., & Hall, E. (1902). *The Teaching of Chemistry and Physics in the Secondary School*. New York: Longmans Green

Sotto, E. (1994). *When Teaching Becomes Learning*. London: Cassell

SPUCK konferensen (1997) i Umeå augusti 1997 (<http://www.anachem.umu.se/spuck/proceedings.html>)

Standing, L. (1973). Learning 10,000 pictures. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 207-222.

Stewart, B. (1988). The Surprise Element of a Student-Designed Laboratory Experiment. *Journal of College Science Teaching*, 17, 269-270.

Szafran, Z., Singh, M., & Pike, R. (1989). The Inorganic Microscale Laboratory: Safety, Economy and Versatility. *Journal of Chemical Education*, 66, (11), A263-266.

Säljö, R. (2000). *Lärande i Praktiken*. Prisma

Säljö, R. (2005). *Lärande & Kulturella Redskap*. Falun: Nordstedts

Tamir, P., & Lunetta, V. (1981). Inquiry-related Tasks in High School Science Laboratory Handbooks. *Science education*, 65, 5, 477-484.

Thompson, S. (1990). *Chemtrek - small-scale experiments for general chemistry*. New Jersey: Prentice-Hall

Tobin, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90, (5), 403 - 418.

Trofast, J. (1992). *Vandring genom en boksamling* Lund: Reynolds

Tulving, E. (1972). Episodic and Semantic Memory. In E. Tulving and W. Donaldson (Eds.) *Organization of Memory*. New York: Academic Press

Vygotskij, L. (1930). *Fantasi och kreativitet i barndomen*. (övers.) Kajsa Öberg Lindsten, 1995, Göteborg: Daidalos

Vygotskij, L. (1934). *Tänkande och språk*. (övers.) Kajsa Öberg Lindsten, 1999, Göteborg: Daidalos

Wærn, Y., Pettersson, R., & Svensson, G. (2004). *Bild och föreställning - om visuell retorik*. Lund: Studentlitteratur

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice – Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University

Wickman, P.-O., & Östman, L. (2002). Learning as Discourse Change: A Sociocultural Mechanism. *Science Education*, 86, 601- 623.

Wickman, P.-O. (2003). The Practical Epistemologies of the Classroom: A Study of Laboratory Work. *Science Education*, 87, 1- 20.

Wilson, G. (1709). *A Compleat Course in Chemistry*. London: Chymist

Witkin, H., Moore, C, Goodenough, D., & Cox, P. (1977). Field-dependent and Field-independent Cognitive Styles and their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47, 1- 64.

Woolnough, B. (1994). *Effective Science Teaching*, Chapter 4. Buckingham: Open University Press

Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge: Cambridge University Press

Young, J. (1957). Teaching the Scientific Method in College General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 34, 2, 238-239.

Zwaan, R., Kaup, B., Stanfield, R., & Madden, C. (2000). Language Comprehension as Guided Experience. URL <http://cogprints.org/949/>

Åstrand, A. (1989). *Med språket som verktyg*, Liber

Bilaga 1. Frågeformulär till intervjuerna

Tack för att du ställer upp! Det är mycket värdefullt för min studie.

Accepterar du att jag visar en filmsnutt med dig för lärare/forskare vilka saknar anknytning till din utbildning ?

Hade kameran någon inverkan på dig?

Har försöket någon betydelse för dig?

Kan man lika gärna få försöket beskrivet för sig? Resultaten Foton osv

Vid tittning på er film slås man av att arbetet handlade väldigt mycket om att kontrollera att ni utförde arbetet korrekt.

Finns det utrymme för några andra tankar? Om teorin? Om familjen/kärasten? Om annat?

Hade ni kontroll över situationen?

Vad anser du är förståelse?

Fick ni/du någon förståelse under arbetet från det ni såg eller det ni diskuterade på lab?

Fick ni/du någon förståelse från rapportarbetet och era diskussioner kring det?

Varför skulle man få ned all färg i bomullen ?

Du skall bestämma kopparhalten spektrofotometriskt för ett vätskeprov och har en burk med kopparsulfat och övrig utrustning till ditt förfogande.

Hur går du tillväga?

Beskriv järntitreringen

Järntestet $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightarrow \text{FeSCN}(\text{aq})$ *blodröd* utfördes av en grupp så att de tog prover från e-kolven där de samlade upp järnet. Först fick de blodröd färg och senare rosa färg. De visade mig färgerna och jag sa att de var klara järnet var ute.

Hur kommer det sig att deras testserie såg korrekt ut trots att de gjort fel.

Ni filtrerade bort zinkgranulerna före järntitreringen. Hur kommer det sig att man tar bort zinken, men har mängder med zinkjoner i titranden?

Kan du spontant minnas det ögonblick då du kände ”wow” nu fattar jag!

Det kan vara:

På laboratoriet

På lektion

Utanför utbildningen

När någon berättat något

När du har läst något

När du varit sysselsatt med något

Prioritera de olika delarna när du tycker att du får förståelse:

Föreläsning

Räkneövningar

Förberedelser för lab

Labpresentationen

Labarbetet

Eftersamlingen

Diskussioner med kompis

Skrivandet av rapporten

Studiet av anteckningar

Studiet av läroboken

På vad sätt är labsituationen annorlunda för dig/er än för de andra?

På vad sätt är labsituationen likadana för dig/er som för de andra?

Ni har laborerat både i microscale och traditionellt.

Ange fördelar och nackdelar för de båda och ange vad du tycker är viktigast för dig.

Har laborerandet nån betydelse för det sociala utbytet med labkompisen resp. de andra labkompisarna när det gäller dina studier.

Bilaga 2. Frågeformulär till laborationsenkäterna (version Jonbytare)

Datum: _____ Din ID kod: _____

Självvärdering FÖRE laborationen Jonbytare

Ringa in det bästa alternativet för de två frågorna nedanför.

Hur mycket tid har du lagt på studierna de senaste 7 dagarna, utanför schemat:

0 1 2 4 6 8 10 12 15 20 30 40_(och mer) **timmar**

När förelästes teoriavsnittet som dagens laboration använder

En vecka innan precis innan har påbörjats har inte påbörjats

Hur bra behärskar du kursmålen för dagens laboration ?

Besvara utsagorna/frågorna med ett kryss i den ring som känns mest rätt

0% = Håller inte alls med

100% = Håller fullständigt med

Jag kan diskutera med andra vad som händer på molekylär nivå under laborationens olika steg.

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan förklara funktionen hos en jonbytare

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan applicera en blandning i en jonbytarkolonn, eluera ut blandningen, samla olika fraktioner och regenerera kolonnen.

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan själv planera, konstruera och genomföra en kalibrering för fotometrisk bestämning

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan förklara redox teorin som ingår i permanganattitreringen

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan planera, konstruera och genomföra en redox titrering med kaliumpermanganat.

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Något annat du vill kommentera innan laborationen :

Självvärdering EFTER laborationen Jonbytare

Hur bra behärskar du kursmålen för dagens laboration ?

Besvara utsagorna/frågorna med ett kryss i den ring som känns mest rätt

0% = Håller inte alls med

100% = Håller fullständigt med

Jag kan diskutera med andra vad som händer på molekylär nivå under laborationens olika steg.

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan förklara funktionen hos en jonbytare

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan applicera en blandning i en jonbytarkolonn, eluera ut blandningen, samla olika fraktioner och regenerera kolonnen.

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan själv planera, konstruera och genomföra en kalibrering för fotometrisk bestämning

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan förklara redox teorin som ingår i permanganattitreringen

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Jag kan planera, konstruera och genomföra en redox titrering med kaliumpermanganat.

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Några frågor om dagens laboration

Laborationen var rolig

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Laborationen var intressant

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Laborationen kändes viktig för min inläring

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Labrapporten känns viktig för att förstå laborationen

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Laborationen bidrog med viktig kunskap för min fortsatta utbildning

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Vad anser du att du fått ut av dagens laborationstillfälle (flera alternativ kan markeras)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Jag har fått använda teorin | <input type="checkbox"/> Jag har fått ökad labvana |
| <input type="checkbox"/> Jag har fått ökad förståelse för teorin | <input type="checkbox"/> Jag har fått ökad säkerhet kring teorin |
| <input type="checkbox"/> Jag har fått intresse för teorin | <input type="checkbox"/> Jag har fått givande diskussioner |
| <input type="checkbox"/> Jag har fått lust att lära mer | <input type="checkbox"/> Jag har fått med något annat: |
| | |

Och till sist några frågor om hur du uppfattar laborationskursen hittills

Besvara utsagorna/frågorna med ett kryss i den ring som känns mest rätt

0% = Håller inte alls med

100% = Håller fullständigt med

Hittills har laborationskursen varit rolig

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Hittills har laborationskursen varit intressant

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Hittills har laborationskursen känts viktig för mitt lärande

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Hittills har laborationskursen givit viktig kunskap för min fortsatta utbildning

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Laborationskursen bidrar till förståelsen

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Laborationskursen bidrar till läslusten

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Laborationsrapporten tar mycket tid

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Laborationsrapporten är viktig för min inläring

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Förslag eller kommentarer som syftar till att öka värdet av laborerandet:

Bilaga 3. Korrelationsmatris gällande ett antal utvalda items

		micro/ MAKRO	Kön	GyKe betyg	Matte nivå	GyKe rolig	GyKe intressant	GyKe viktig för mig	GyKelab roliga	GyKelab intressanta	GyKelab viktiga f mig	Förtest	Tentan	Lästid	Laben rolig	Laben intressant	Laben viktig	Laben viktig kunskap	Labkurs hittills rolig	Labkurs hitt intressant	Labkurs hitt vikt f lärande	Labkurs hitt kunskap	Labkurs bidr t förstå	Labkurs bidr t läslust	Labrapp tar mkt tid	Labrapp vikt f lärande
micro/ MAKRO	R	1	-.15	-.02	-.02	-.12	-.15	-.06	-.12	-.04	-.04	-.03	.09	-.02	-.22	-.09	-.13	-.12	-.04	-.02	-.01	-.02	-.01	.10	-.01	-.01
	2T		.08	.85	.85	.16	.08	.50	.14	.67	.66	.81	.44	.81	.01	.26	.11	.14	.66	.83	.86	.78	.92	.25	.95	.87
	N	146	139	144	145	145	144	145	145	145	144	73	73	143	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
Kön	R	-.15	1	.01	-.21	.06	.03	.04	.09	.11	.07	-.14	-.23	.15	-.02	-.01	.07	.09	-.01	.02	.08	.06	.09	.01	.16	.02
	2T	.08		.89	.01	.49	.76	.67	.30	.17	.42	.19	.05	.06	.84	.94	.38	.25	.94	.77	.34	.46	.28	.92	.05	.80
	N	139	152	148	151	151	150	151	151	151	150	84	76	148	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
GyKe betyg	R	-.02	.01	1	.02	.46	.50	.49	.27	.34	.34	.53	.45	.09	.08	.06	.15	.27	.14	.17	.21	.28	.12	.14	.03	.06
	2T	.85	.89		.83	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.26	.28	.43	.06	.00	.07	.03	.01	.00	.11	.07	.65	.43
	N	144	148	1,00	170	170	169	170	170	170	169	100	79	168	169	169	169	169	170	170	170	170	170	170	170	170
Matte nivå	R	-.02	-.21	.02	1	-.01	.03	.01	-.11	-.07	-.02	.28	.08	.10	.14	.19	.13	.10	.14	.16	.08	.07	.08	.13	-.05	.08
	2T	.85	.01	.83		.94	.67	.94	.16	.36	.81	.00	.50	.21	.06	.01	.10	.21	.06	.04	.31	.36	.27	.10	.48	.31
	N	145	151	170	174	173	172	173	173	173	172	101	78	170	172	172	172	172	173	173	173	173	173	173	173	173
GyKe rolig	R	-.12	.06	.46	-.01	1	.88	.81	.67	.71	.68	.29	.28	.10	.16	.17	.27	.31	.22	.26	.28	.35	.21	.25	-.01	.18
	2T	.16	.49	.00	.94		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.19	.03	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.87	.02
	N	145	151	170	173	174	173	174	174	174	173	101	78	170	172	172	172	172	173	173	173	173	173	173	173	173
GyKe intress- ant	R	-.15	.03	.50	.03	.88	1	.82	.59	.72	.68	.39	.30	.12	.22	.24	.33	.38	.27	.35	.30	.38	.28	.29	.01	.21
	2T	.08	.76	.00	.67	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.01	.11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.85	.00
	N	144	150	169	172	173	173	173	173	173	172	100	77	169	171	171	171	171	172	172	172	172	172	172	172	172
GyKe viktig för mig	R	-.06	.04	.49	.01	.81	.82	1	.54	.64	.75	.37	.26	.16	.18	.24	.35	.41	.22	.32	.36	.42	.27	.31	.09	.25
	2T	.50	.67	.00	.94	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.02	.04	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.24	.00
	N	145	151	170	173	174	173	174	174	174	173	101	78	170	172	172	172	172	173	173	173	173	173	173	173	173
GyKe- labar roliga	R	-.12	.09	.27	-.11	.67	.59	.54	1	.87	.80	.05	.21	.03	.15	.15	.20	.19	.23	.23	.25	.28	.14	.19	-.07	.11
	2T	.14	.30	.00	.16	.00	.00	.00		.00	.00	.64	.06	.72	.05	.05	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.07	.01	.33	.15
	N	145	151	170	173	174	173	174	174	174	173	101	78	170	172	172	172	172	173	173	173	173	173	173	173	173
GyKe- labar intress- anta	R	-.04	.11	.34	-.07	.71	.72	.64	.87	1	.85	.14	.22	.12	.25	.29	.35	.31	.33	.38	.35	.37	.30	.32	-.06	.19
	2T	.67	.17	.00	.36	.00	.00	.00	.00		.00	.17	.06	.12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.40	.01	
	N	145	151	170	173	174	173	174	174	174	173	101	78	170	172	172	172	172	173	173	173	173	173	173	173	173

		micro/ MAKRO	Kön	GyKe betyg	Matte nivå	GyKe rolig	GyKe intressant	GyKe viktig för mig	GyKelab roliga	GyKelab intressanta	GyKelab viktiga f mig	Förtest	Tentan	Lästid	Laben rolig	Laben intressant	Laben viktig	Laben viktig kunskap	Labkurs hittills rolig	Labkurs hitt intressant	Labkurs hitt vikt f lärande	Labkurs hitt kunskap	Labkurs bidr t förstå	Labkurs bidr t läslust	Labrapp tar mkt tid	Labrapp vikt f lärande	
GyKe-labar viktiga f mig	R	-.04	.07	.34	-.02	.68	.68	.75	.80	.85	1	.17	.21	.11	.28	.27	.39	.39	.35	.39	.41	.48	.31	.35	-.03	.22	
	2T	.66	.42	.00	.81	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.09	.06	.14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.68	.00	
	N	144	150	169	172	173	172	173	173	173	173	100	77	169	171	171	171	171	172	172	172	172	172	172	172	172	172
Förtest	R	-.03	-.14	.53	.28	.29	.39	.37	.05	.14	.17	1	.50	.17	.07	.08	.13	.16	.16	.21	.23	.23	.22	.20	.00	.21	
	2T	.81	.19	.00	.00	.00	.00	.00	.64	.17	.09	.00	.09	.48	.43	.20	.11	.11	.04	.02	.02	.03	.05	.98	.03		
	N	73	84	100	101	101	100	101	101	101	100	102	79	98	101	101	101	101	102	102	102	102	102	102	102	102	
Tentan	R	.09	-.23	.45	.08	.28	.30	.26	.21	.22	.21	.50	1	.24	-.06	-.10	.00	.07	.13	.06	.07	.19	-.01	.01	.00	.15	
	2T	.44	.05	.00	.50	.01	.01	.02	.06	.06	.06	.00	.04	.57	.40	1.00	.52	.26	.59	.54	.09	.95	.96	.99	.20		
	N	73	76	79	78	78	77	78	78	78	77	79	79	76	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	
Lästid	R	-.02	.15	.09	.10	.10	.12	.16	.03	.12	.11	.17	.24	1	.13	.22	.21	.18	.16	.24	.11	.16	.11	.20	.13	.14	
	2T	.81	.06	.26	.21	.19	.11	.04	.72	.12	.14	.09	.04	.10	.00	.00	.02	.03	.00	.14	.04	.14	.01	.08	.06		
	N	143	148	168	170	170	169	170	170	170	169	98	76	180	178	178	178	178	179	179	179	179	179	179	179	179	
Laben rolig	R	-.22	-.02	.08	.14	.16	.22	.18	.15	.25	.28	.07	-.06	.13	1	.79	.69	.55	.68	.59	.47	.44	.46	.41	-.04	.25	
	2T	.01	.84	.28	.06	.03	.00	.02	.05	.00	.00	.48	.57	.10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.64	.00	
	N	145	151	169	172	172	171	172	172	172	171	101	79	178	182	181	181	181	182	182	182	182	182	182	182	182	
Laben intressant	R	-.09	-.01	.06	.19	.17	.24	.24	.15	.29	.27	.08	-.10	.22	.79	1	.79	.59	.59	.66	.48	.43	.50	.55	-.01	.32	
	2T	.26	.94	.43	.01	.02	.00	.00	.05	.00	.00	.43	.40	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.92	.00	
	N	145	151	169	172	172	171	172	172	172	171	101	79	178	181	182	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	
Laben viktig	R	-.13	.07	.15	.13	.27	.33	.35	.20	.35	.39	.13	.00	.21	.69	.79	1	.71	.59	.66	.65	.59	.70	.60	-.03	.42	
	2T	.11	.38	.06	.10	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.20	1.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.66	.00	
	N	145	151	169	172	172	171	172	172	172	171	101	79	178	181	181	182	181	181	181	181	181	181	181	181	181	
Laben viktig kunskap	R	-.12	.09	.27	.10	.31	.38	.41	.19	.31	.39	.16	.07	.18	.55	.59	.71	1	.58	.67	.68	.82	.63	.56	-.02	.38	
	2T	.14	.25	.00	.21	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.11	.53	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.82	.00	
	N	145	151	169	172	172	171	172	172	172	171	101	79	178	181	181	181	182	181	181	181	181	181	181	181	181	

		micro/ MAKRO	Kön	GyKe betyg	Matte nivå	GyKe rollig	GyKe intressant	GyKe viktig för mig	GyKelab rolliga	GyKelab intressanta	GyKelab viktiga f mig	Förtest	Tentan	Lästid	Laben rollig	Laben intressant	Laben viktig	Laben viktig kunskap	Labkurs hittills rollig	Labkurs hitt intressant	Labkurs hitt vikt f lärande	Labkurs hitt kunskap	Labkurs bidr t förstå	Labkurs bidr t läslust	Labrapp tar mkt tid	Labrapp viktig f lärande	
Labkurs hittills rollig	R 2T	-.04 .66	-.01 .94	.14 .07	.14 .06	.22 .00	.27 .00	.22 .00	.23 .00	.33 .00	.35 .00	.16 .11	.13 .26	.16 .03	.68 .00	.59 .00	.60 .00	.58 .00	1 183	.86 183	.69 183	.61 183	.65 183	.61 183	-.02 .76	.46 .00	
Labkur hitt intress	R 2T	-.02 .83	.02 .77	.17 .03	.16 .04	.26 .00	.35 .00	.32 .00	.23 .00	.38 .00	.39 .00	.21 .04	.06 .59	.24 .00	.59 .00	.66 .00	.66 .00	.67 .00	.86 .00	1 183	.73 183	.68 183	.71 183	.70 183	.02 .78	.52 .00	
Labkur hitt vikt f läran	R 2T	-.02 .86	.08 .34	.21 .01	.08 .31	.28 .00	.30 .00	.36 .00	.25 .00	.35 .00	.41 .00	.23 .02	.07 .54	.11 .14	.47 .00	.48 .00	.65 .00	.68 .00	.69 .00	.73 .00	1 183	.76 183	.73 183	.62 183	-.11 .13	.46 .00	
Labkur hitt kuns	R 2T	-.02 .78	.06 .46	.28 .00	.07 .36	.35 .00	.38 .00	.42 .00	.28 .00	.37 .00	.48 .00	.23 .02	.19 .09	.16 .04	.44 .00	.43 .00	.60 .00	.82 .00	.61 .00	.68 .00	.76 .00	1 183	.65 183	.61 183	-.04 .57	.45 .00	
Labkur bidr till förstå	R 2T	-.01 .92	.09 .28	.12 .11	.08 .27	.21 .01	.28 .00	.27 .00	.14 .07	.30 .00	.31 .00	.22 .03	-.01 .95	.11 .14	.46 .00	.50 .00	.71 .00	.63 .00	.65 .00	.71 .00	.73 .00	.65 .00	1 183	.68 183	-.02 .76	.50 .00	
Labkur bidr till läslust	R 2T	.10 .25	.01 .92	.14 .07	.13 .10	.25 .00	.29 .00	.32 .00	.19 .01	.32 .00	.35 .00	.20 .05	.01 .96	.20 .01	.41 .00	.55 .00	.60 .00	.56 .00	.61 .00	.70 .00	.62 .00	.61 .00	.68 .00	1 183	-.05 .50	.54 .00	
Labrap ptar mkt tid	R 2T	-.01 .95	.16 .05	.04 .65	-.05 .48	-.01 .87	.01 .85	.09 .24	-.08 .33	-.06 .40	-.03 .69	.00 .98	-.00 .99	.13 .08	-.04 .64	-.01 .92	-.03 .66	-.02 .82	-.02 .76	.02 .78	-.11 .13	-.04 .57	-.02 .76	-.05 .50	1 183	.18 .02	
Larapp vikt f lärand	R 2T	-.01 .87	.02 .80	.06 .43	.08 .31	.18 .02	.21 .01	.25 .00	.11 .16	.19 .01	.22 .00	.21 .03	.15 .20	.14 .06	.25 .00	.32 .00	.42 .00	.38 .00	.46 .00	.52 .00	.46 .00	.45 .00	.50 .00	.54 .00	1 183	.18 .02	
	N	145	151	170	173	173	172	173	173	173	172	102	79	179	182	181	181	181	183	183	183	183	183	183	183	183	183

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlation is of interesting magnitude, the darker - the higher

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Bilaga 4. Transkribering av videoupptagning under ett studentpars agerande under det praktiska genomförandet av en laboration

René och Kerstin, 7 februari 2006. Jonbytarlaborationen i microscale

René och Kerstin är vana vid varandra, de studerar ihop. Kerstin ställer frågor och René producerar svar, Kerstin får förståelse från praktik, René har textförståelse och letar gärna textad information.

Symbol	Betydelse
A	Praktiskt arbete kopplat till försöket
D	Diskrelaterat arbete
F	Leta upp assistenten för att ställa frågor
I	Inaktiv
K	Ställa upp på att besvara kompisars frågor
L	Läsa instruktioner eller Norins handbok
N	Anteckna tider
O	Observera försöket
A/O	Blandning av att observera försöket och att göra insatser vid behov
S	Samtala ut i luften eller med kompiserna
→	Övergång från en aktivitet till en annan

Tid	Kerstin	René	Citat och kommentarer
0.00.00	S	A	K: Ska jag ta bort proppen?
0.00.40	S	A	K: E de nu vi ska sätta till...? R: Jag vet inte.
0.00.45	A	A → L	K sätter i proppen
0.00.50		L	R: Där, har vi satt till den [den gröna blandningen] R läser högt
-0.01.00	S	S	Diskuterar utförande
0.01.05	A	S	R: Här behöver man inte vara lika noggrann... K fyller på eluat
0.01.20	A	S	R: OK, men du sen när den gröna... byter vi sån där... R: Ska jag ta och diska den här så länge?
0.01.30	A	D	

0.01.50	A S	D	K: <i>Vi ser säkert superfokuserade ut, så där!</i>
0.02.00	A S	D	K: <i>Men när det gröna har försvunnit, vad gör vi då?</i>
0.02.15	L	D	K läser i labinstruktionen
0.02.30	S	D	K: <i>Men jag tycker provet e nere i kolonnen nu</i> R: <i>Jamen då e de väl bara...</i> K: <i>Men de e bara för att jag vill ha ditt godkännande</i>
0.02.40	L	L	
0.02.45	O	L S	R: <i>Vi fortsätter ju med den här elueringslösningen</i>
0.02.50	S	L	K: <i>Så vi kan bara fortsätta med ...</i>
0.03.05	A S	L	K: <i>OK, fast ...</i>
0.03.10	A S	L	K: <i>OK, nu e den ju helt färglös...</i>
0.03.15	O	O S	R: <i>Den får ju aldrig vara torr, du får ju fortsätta</i>
0.03.20	A/O	F	
0.04.00	A	F → S	R: <i>Jag skulle bara kolla om det hade nån betydelse att vi diskat ur ...</i>
0.04.10	A S		K: <i>Får jag fylla på en liten bit nu, eller ...</i> R: <i>Ja du måste fylla på hela tiden</i>
0.04.15	S	S	Samtalar om utförandet R: <i>Jag har för mig att han sa ... men det är bättre att göra så bra som möjligt.</i>
0.04.30	A	L	R läser mumlande i labinstruktionen
0.04.45	A	L S	K: <i>Vill du hålla på och dutta med det här?</i> R: <i>Varför då ...</i>
0.04.55	A	L S	R: <i>Du har koll på det här, eller...</i>
0.05.00	A S	O	K: <i>Ska jag byta nu?</i> R: <i>Jag vet inte.</i>
0.05.05	O	O	Båda tittar på färgbanden i kolonnen
0.05.10	O	A	R justerar höjden på kolonnen
0.05.20	A S	L	K: <i>De e så där bubblor i</i> R: <i>Det gör inget</i>
0.05.25	A	L S	R: <i>Jag går och hämtar dimetyl öööö glyoxim</i> K: <i>Vi har det här</i> R: <i>Ja just det</i>

0.05.35	A	L A S	R: <i>Med en dropp...</i> (tar fram en av flaskorna)
0.05.40	A	A	R: (plockar bland flaskorna) <i>Ammoniak.</i>
0.05.50	A	L A S	R: <i>Ammoniaken är nog däri</i> K: <i>Nej ammoniaken är i dragskåpet</i> R: <i>Javisst ja, den står där ja.</i>
0.06.00	A	L	Läser i Norins allmänna laboratoriehandledning
0.06.20	A	LT→F	Går iväg för att fråga assistenten
0.06.45	A	F → S	R: <i>Vilka e de nu som e halvmikroprovror?</i> K: <i>Jag tror att de e dom där i den röda...</i> (pekar).
0.06.55	A	S	R: <i>Vi kanske ska avsluta processen nu.. de e snart..</i>
0.07.00	A → S	S	K: <i>Men de fortsätter ju rinna</i>
0.07.10	A	O	Kerstin letar fram halvmikrorör
0.07.20	A	A L	Håller ett rör i handen och läser instruktionen R: <i>Men hur mycket dimetylglyoxim?</i>
0.07.45		L → FS	R: <i>Jo jo men jag vet inte hur mycket vi ska ha</i>
0.07.50	F		
0.11.45	F → A		Eluerar
0.12.00	A S	F→ A	Öppnar glyoximflaskan K: <i>Då fortsätter jag. Gör jag rätt då ?</i>
0.12.05	A	S	R: <i>Vi ska se när det börjar bli lite färglöst</i>
0.12.10	A	S	R: <i>Den e fortfarande lite grön</i>
0.12.15	A	A S	R: <i>Vi bara skiftar</i> (Korrigerar kolonnen)
0.12.20	S		K: <i>Vi skulle ha ...vahetere ... handskar ...</i>
0.12.30	A	S	R: <i>Det finns ju inga handskar, jag får inte tag i "small"</i>
0.12.35	A → N	O S	R: <i>Den e fortfarande grön. Kerstin skriver på närvarolistan</i>
0.12.50		O S	R: <i>Nu tror jag snart det är slut [inte grönt]</i>
0.13.15	A	A	R tar prov → tillsätter glyoxim→
0.13.40	A/O	A	R: <i>Ska bara se om</i> → R hämtar ammoniak
0.14.20	A/O	L	K: <i>Rosa.</i> R: <i>Ja då tar jag.. den e svagt rosa .. nu tar jag prov igen</i> (plockar fram nya provror)
0.14.25	O	A	Provtagning
0.14.40	A/O	A	K (mkt lågt): <i>Jag tycker de e rätt kul.</i> R: <i>Mmmm..</i>
0.14.45	S	A	K: <i>Färger e din grej!</i> R testar

			R: <i>De e roligare å labba när de blir nån färg</i>
0.15.05	S	A	K: <i>Va e de du räknar upp?</i>
0.15.15	O	A → F	R: <i>Den e fortfarande ganska starkt rosa. Jag ska fråga honom</i>
0.15.30	S	F → S	K: <i>Va de bra?</i> R: <i>De var för starkt rosa!</i>
0.15.45	O	A	K: <i>Än så länge känns det bra mycket bättre än förra grejen</i>
0.16.00	S	A	R provtagning → tillsätter reagens
0.16.15	A/O	A	
0.16.40	A/O	S	R: <i>Stoppa nu den e svagt rosa.</i> K sätter i proppen
0.16.50	A	S	R: <i>Kolla!!</i> K: <i>Oj, det gick fort!</i> R: <i>Ja det gick väldigt snabbt</i>
0.17.00	S	S	Diskuterar den rosa färgen
0.17.05		L S	R: <i>Nu finns det inget nickel kvar.</i> K: <i>Nej.</i>
0.17.10	S	L	K: <i>Ska vi tvätta igenom nu på en gång? Så att järnet kommer ut. Eller ska vi fixa..?</i> R: <i>Nämen du, vi läser först.</i>
0.17.20		L S	R: <i>Den sidan [i instruktionen] e klar nu!</i> R: <i>Därefter elueras järnkomplexet (läser högt)</i>
0.17.30	N	N	K: <i>Vi ska skriva i en tid.</i>
0.17.55		A	R: <i>Nu byter vi saltsyra då</i> K: <i>Nu kommer dom att åka igenom.</i>
0.18.05	A	A	Förberedelser för nästa steg. De funderar över vilken utrustning som åsyftas i texten. E-kolv kallas plötsligt för titrerkolv i texten (ny okänd beteckning för ett känt objekt)
0.19.10	D S	D S	Sköljer kolvar och resonerar
0.19.45	S		K: <i>Jag fattar inte det där med att vi ska köra spektrofotometern. Det kanske ger sig.</i>
0.20.00	L	L	R plockar fram zinkgranulburken
0.20.10	L → O	S → F	R: <i>Hur?</i> K(ropar efter henne): <i>Vi ska göra likadant..</i>
0.20.55	O → F		Observerar kolonnen och går iväg
0.22.35	F →	F → A	R håller upp zinkgranuler
0.22.55	A		K sänker kolonnen
0.23.00	A	L	R läser upp kommande moment

0.23.10	A		K sprutar för mycket med den nya saltsyra flaskan
0.23.20	A	A	R fixar en strypning på flaskan
0.24.00	A	L	R läser och letar utrustning
0.24.40	A/O	D	R sköljer ny pipett
0.25.00	K	K	Svarar på frågor från kompisar
0.25.35	K→A	K→A	Plockar fram K: Jag får prova å köra den K testar sprutflaskan
0.25.50	S A	S	K eluerar R: Dom här tre rören vad var det i dom? K: Det var zink. R: Nej det var inte zink. K: Nej jag menar nickel R: Nickel får man inte hälla ut. R håller i kemslasken
0.26.45	S		K: Vad var de här zinkgranulerna, vi skulle ju tänka på det!
0.27.10	A	S	R: Vi vet ju inte när det e färdigt.. de e svårt att veta ... jag antar att vi bara tar och...
0.27.30	A	S A	R: Vi kan ju testa. Jag förbereder några rör.. K: Du behöver ju inte förbereda hur många som helst eftersom det gick åt tre förra gången. Prova med tre först, eller ja du kan diska...
0.28.10	S	D	K: Neej, hur kan jag va så dum! (självironiskt)
0.28.15	A	A	K eluerar R förbereder provtagning
0.28.55	A S	L → S L S	K: Oj, nu e de gult faktiskt. R: Ska det inte va gult? K: Jo det tror jag. R: Det står inget om det.
0.29.10	S	L	K: Jag antar att det gula är järnoxid eller järnjonerna R: Ja det tog ju ett tag
0.29.20	S	L	K: Skulle de där göra att det vart 2+ istället för 3+ ? R: Jag försöker kolla upp (lite skarp röst). K: Förlåt.
0.29.30	S	L	K: Skrev du nåt på din stora rapport igår? R: Nä jag hann inte

0.29.45	AS	S	Diskuterar att de alltid är upptagna av undervisning
0.30.10	A	L	K letar efter utrustning
0.30.30	A	A	R tar prov. R: <i>Ja det var blodrött, massor av järn</i>
0.30.50	A	L	
0.31.00	S	S	K upptäckte ett spill på bordet; diskussion
0.31.20	A	A L	K hämtar en trasa
0.31.50	A S	L	K: <i>Det kan vara syra.</i> K torkar upp. R läser Norin.
0.33.00	A	LS →A	R: <i>Det står inte varför vi har zinkgranulater i.</i> K eluerar R tar ett prov. R: <i>Ja! Blodrött.</i>
0.33.30	K	K	Svarar på kamraters frågor
0.34.05	K→A	K→LS	R: <i>Det här ska spädas sen...till 25mL</i> K: <i>Vi tar det lite försiktigare än dom, tycker jag</i>
0.34.20	A	L S	R: <i>Först ska vi köra på saltsyra...Vi kör lugnt och sansat.</i> K: <i>Det känns bra om båda e med när man får panik.</i>
0.34.45	A	A	R tar prov R: <i>Det börjar bli lite ljusare</i>
0.35.10	A	D	R sköljer ut provet i slasken. R: <i>Järn får man slänga ut</i>
0.35.35	S	S	K: <i>Jag tycker den här e lite rolig, lite färg och så, eller hur?</i> R: <i>Ja</i>
0.35.50	S/A	S/A	De diskuterar arbete med stökiometriuppgifter samtidigt som de gör en del småarbete med försöket
0.36.30	S	A	K: <i>Man skulle skölja av kanterna [i kolonnen]</i>
0.37.10	A	AS→F	R: <i>Provtagningen. Skulle det bli ljust eller nästan färglöst?</i>
0.37.45	F		
0.38.30	F→	F→S	R: <i>Vi skulle sluta när den var ljust röd. Vadå ljust röd? Vad menar du med det exakt? Men vi skulle spara ett prov för att se nån skillnad.</i>
0.38.55	A S	A S	K: <i>Varför blir det färg med järn?</i> R: <i>För att det bildas ett komplex.</i>
0.39.00	S	A	R: <i>Det blir ljusare!</i>
0.39.20	A	I	K eluerar. R gnolar.
0.39.40	A	A	R tar ett prov. R: <i>Det var mycket mindre kaliumgrejsemojs där!</i>
0.40.00	A	A	K eluerar R förbereder prov

0.40.40	I	D	R sköljer rör
0.41.00	S	S	K: <i>Jag förstår inte hur du kan kliva upp så tidigt.</i> De diskuterar Renés pendlande från Uddevalla
0.41.30	S→A	S→O	
0.42.10	A	A	R tar prov
0.42.30	A	LSLA	R späder nickellösningen
0.43.20	I	I	Störande info om att flytta ytterkläder
0.44.00	A→I	A	K stoppar försöket tillfälligt och R späder nickelprovet
0.45.00	I→S	A	Spädningen klar
0.45.20	S	S	K kvittrar och R använder oavslutade meningar
0.46.30	A	A	K eluerar R tar ett prov
0.47.00	A S		K: <i>Vad bra du har spätt.</i> R: <i>Ja. Neej, syra på rocken.</i>
0.47.30	A	I	R på bra humör och härmar Kalle Anka
0.48.00	A/I	L	
0.48.10	A/I	S	R skrattar. R: <i>Dokusåpa, nu ska vi se vad eleverna gör egentligen på lab.</i>
0.48.30	A	LS	R: <i>Ja ja! Jag vet vad zinken är till för, den gör att järn 3 blir järn 2.</i> K: <i>Det var ju precis vad jag sa.</i> R: <i>Va bra du e då. Jag läste igenom det men kom inte ihåg det.</i> K: <i>Det gjorde jag också, men minns att han sa det.</i>
0.49.00	A	A	R tar prov. R: <i>De e klart.</i> K: <i>Ja</i>
0.49.15	K	K	Svarar på kamraters frågor R: <i>De [färgen] e lite diffust</i>
0.49.30	K→A	K→S	K stoppar kolonnen. R: <i>Järnet ska stå, vi ska köra nicklet.</i>
0.49.45	K	L	K jag ska berätta för de andra.
0.50.10	K→S	S	R: <i>OK! Vi ska göra en analys spektrofotometriskt.</i> K: <i>Vad gör du nu!</i> R: <i>Jag vet det, förlåt. (HMMMM! PSUUUU! irriterat)</i> K: <i>Det skulle vara kork på och röra om, men de e bara jag. (irriterat)</i>
0.50.20	L	N	K börjar läsa. R fyller i tider.
0.50.50	S	L S	R läser instruktionerna. R: <i>Lösningarna står där borta.</i>

			K: <i>Det var ju dom han lekte med och man skulle börja med lägsta koncentrationen.</i> De diskuterar så att de är överens.
0.52.30			K insisterar på att ha kork på mätkolven.
0.53.40			De går till spektrofotometern
1.10.55		L	R tillbaka. Läser instruktionerna och går över till Norin
1.11.50	S	L	K: <i>Ooo! Ska vi börja titrera nu?</i> R: <i>Ja vi behöver en analystratt.</i>
1.12.10			R letar och ser en tratt i ett låst skåp
1.13.30			K tillbaka med en tratt K och R irriterade men försöker hålla sams
1.14.00		L	En titt i Norin
1.14.30		L	Läser manualen igen. Läser proceduren halvhögt
1.15.00	D	F	R frågar sig fram och K sköljer e-kolven
1.15.40	D→S	F→S	R: <i>Vi ska inte ha en analystratt, vi ska ha en plasttratt!</i> K har hittat något i kolven som de frågar sig om det har betydelse.
1.16.15		F	
1.16.45	F		
1.17.20	O	A	K: <i>Shit! Glaskolonnen! Jag har glömt bort den.</i>
1.18.20 - - 1.21.30			R och K ute ur bild
1.21.35		A	R: <i>Då tar vi bort den här då. Den ska vi inte använda längre.</i> K: <i>Vart ska vi göra av den?</i> R: <i>Ja jag vet inte, den går ju inte å ha här</i> K: <i>Kan vi inte bara hålla i den [byretten]?</i> R: <i>Jag vet inte, jag vet inte! Mutter mutter microgrejer...</i>
1.22.20		L N	R entonig, skriver in tider.
1.23.10	A	A	K: <i>Ska vi inte ha fosforsyra i?</i>
1.23.20		L	R: <i>Ja den ska tillsättas här.</i>
1.23.40		F	R frågar CH om hur många droppar
1.24.10	L	A	K läser. R: <i>Jaha då ska vi ha en sån där napp igen då!</i>

			R går iväg för att leta
1.24.20	S		R kommer tillbaka. K: <i>E de här kaliumpermanganat?</i> R: <i>Ja de e kaliumpermanganat! Förlåt att jag e retlig nu, men jag är hungrig.</i>
1.24.30	S	S	K: <i>Var ska vi va när vi titrerar?</i> R: <i>Jag vet inte!</i> K (lipande): <i>Jag vet inte</i> R: <i>Dom här napparna går ju inte</i> K: <i>Fråga honom om nya</i> K: <i>Har du frukt me så vi kan ta en fruktpaus</i> R: <i>Jag har ingen frukt.</i>
1.24.50	A		K funderar ihop med byretten, e-kolven och kaliumpermanganatlösningen
1.25.40	F		
1.27.40	F→K	F→K	Svarar på fråga från kompis
1.28.40	K→A	K→A	K fyller byretten R tillsätter fosforsyra till e-kolven
1.29.10	A	A	K slänger överskott i kemslasken R har lågt blodsocker
1.30.00	A	A	K: <i>Du som har fingerkänsla.</i> R tar byretten och förbereder den.
1.30.30	S	A	K: <i>Vilken flashig färg</i>
1.31.00	S	A	R: <i>Nu börjar vi på en hel mL.</i>
1.31.30	A	A	R: <i>Vi skulle skölja väggarna med vatten</i>
1.31.50	F	F	De frågar om sånt som jag har sagt men som inte finns i labbeskrivningen
1.32.40	F→A	F→A	R titrerar
1.33.30			Filmen är slut!