

Linköping University Electronic Press

Book Chapter

Observationer i kemiklassrummet - att lära sig se kemiska reaktioner

Astrid Berg, Inger Eriksson and Ragnhild Löfgren

Part of: Innehållet i fokus - kemiundervisning i finlandssvenska klassrum, ed. Inger Eriksson,
2010, pp. 37-69
ISBN: 978-91-7656-665-7

Series: Centrum för studier av skolans kunskapsinnehåll i praktiken, ISSN: 1652-666X, No. 8

Available at: Linköping University Electronic Press
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-68735>

Kapitel 2

Observationer i kemiklassrummet – att lära sig se kemiska reaktioner

Astrid Berg, Inger Eriksson & Ragnhild Löfgren

1. Introduktion

Naturvetenskapliga föreställningar om seendets process har präglats av ett antagande om att vi förnimmer direkt och med hjälp av en enkel registrering av visuellt stimuli. Det betyder att när två människor *tittar* på samma objekt så antas de också *se* samma objekt (Bergkvist & Säljö, 1994). I ett sociokulturellt perspektiv är dock seende direkt kopplat till individens erfarenheter, och till t.ex. språkliga redskap som begrepp eller metaforer, vilka förser henne med perspektiv att se och tolka objektet (Säljö, 1992). Begrepp och metaforer kan således fungera som redskap för vad som blir möjligt att urskilja. Sett i ett perspektiv av mänskliga praktiker innebär detta att experten, som är förtrogen med praktiken ser andra saker än nybörjaren (Bergkvist & Säljö, 1994). Att vara kunnig i att göra naturvetenskapliga observationer innebär att man har tillägnat sig redskap och rutiner för ett visst sorts seende.

I de naturvetenskapliga skolämnena där observationer i anslutning till laborationer vanligen utgör en stor del av undervisningen betyder detta att elevens (nybörjarens) och lärarens (expertens) seende skiljer sig åt. Ett av målen med undervisningen kan då vara att hjälpa eleverna att tillägna sig redskap som ger förutsättningar för ett mera naturvetenskapligt seende. Bergkvist och Säljö (1994) visar att om läraren har en opro-blematisk inställning till seendets process kan detta skapa svårigheter för elever när de förväntas "upptäcka" vissa naturvetenskapliga principer genom egna observationer. Men hur kan eleven utveckla ett för skolpraktiken specifikt naturvetenskapligt seende?

Goodwin (1997) använder ett exempel där några nybörjare förväntas lära sig avgöra när färgen på de fibrer de preparerar har rätt "svarhet". Genom att bada fibrerna i en speciell lösning svartnar dessa gradvis. Fi-

brerna skall tas upp ur badet när de uppnått ”rätt” färg och form, vilket avgörs via observationer. De preparerade fibrerna skall sedan användas för att absorbera radium från olika vattenprov. Syftet med provtagnin-garna är att kunna avgöra hur mycket av det vatten som omger Puerto Rico som har en radiumsignatur identisk med vattnet i Amazonas och som därmed har sitt ursprung i denna flod. Den kunskap som studenterna förväntas utveckla beskriver Goodwin som situerad och konkret. Även om de olika nyanser av färg och form som uppträder under arbetet skulle kunna förklaras och förstås med hjälp av teoretiska modeller på atomnivå så är en sådan förståelse inte en förutsättning för att studenterna ska lära sig *se* när fibrerna har uppnått ”rätt” färg och form. Syftet är att lära sig *se vad* som är rätt färg och form. För att nybörjaren skall kunna utveckla ett specifikt seende (urskilja färg och form), behöver den lärande erbjudas möjligheter att interagera med en mera erfaren kemist under praktiskt arbete i laboratoriet, d.v.s. erbjudas möjligheter att få direkt feedback på sina observationer medierade i av experten. I Goodwins exempel finns inte teoretiska modeller eller vedertagna begrepp som stöd för utvecklingen av ett kvalificerat seende. Expertens ”seende” medieras med hjälp av vardagliga och ofta metaforiska begrepp (inte självklart medvetet). Kunskap som kan förklara *varför* de olika färgnyanserna ser ut som de gör är inte funktionell i detta sammanhang, det är det konkreta och iakttagbara som är intressant. Det är först i relation till resultatet av det kemiska analysarbetet (mängd radiumjoner i vattenprovet), som här påbörjats genom fiberprepareringen, som kemistens arbete kommer att handla om att utveckla relationella varför-kunskaper.

Att utföra kemiska analyser i allmänhet handlar i stor utsträckning om att lära sig tolka och bedöma det konkreta och iakttagbara. Det iakttagbara kan exempelvis vara färg och form, som i Goodwins exempel, eller kromatogram⁴ och spektra⁵ av olika slag. Det nybörjaren behöver tillägna sig är en förmåga att bedöma vad som är rätt färg på lösningen eller rätt utseende på kromatogrammet, att lära sig tolka och bedöma det specifika och observerbara. Däremot behöver varken nybörjaren eller experten förstå *varför* vattenlösningen blir blå när en pH-indikator tillsätts eller *varför* en viss kemisk förening absorberar IR-ljus⁶ och vid just de våglängderna. Det krävs med andra ord inga kunskaper i kemi för

4 **Kromatogram** Ett diagram av intensitet som funktion av tid och som får utseendet av en serie toppar och dalar där varje topp representerar ett ämne i en blandning som separerats genom en kromatografisk metod, och där arean på toppen är proportionell mot ämnets koncentration i provet

5 **Spektrum:** Kan exempelvis vara ett diagram av ett ämnes ljusabsorption som funktion av våglängd.

6 **IR-ljus:** Infrarött ljus, ljus med längre våglängd än 770 nanometer.

att bli expert på att utföra rutinmässiga analyser. Det är först när arbetet handlar om att undersöka varför en analys ger orimliga resultat eller att utveckla nya analysmetoder som generella och teoretiska kunskaper i kemi blir ett nödvändigt redskap.

Även observationer av kemiska processer och fenomen i naturvetenskaplig undervisning handlar om att i allt högre grad kunna urskilja observerbara kännetecken som färg och form, men det handlar inte bara om detta. Ett viktigt syfte med laborationer kan vara att hjälpa eleven att kunna relatera observationer till teori och tvärtom, och på så sätt utveckla en ämnesspecifik förståelse för varför det ser ut som det gör. Vidare kan det handla om att utveckla en förmåga att använda generella principer för att skapa mening i det observerade fenomenet (Wickman & Östman, 2002). Man kan uttrycka det som att eleven behöver utveckla en förmåga att göra observationer på ett vetenskapligt sätt, d.v.s. att lära sig ”se” på samma sätt som läraren eller som en kemist. Det handlar med andra ord om att lära sig tolka observationer av det specifika och konkreta (jfr Goodwins exempel) för att kunna skapa en relation mellan det observerade och det förklarande och därmed kunna ”se” det generella och abstrakta.

Utifrån sociokulturella perspektiv på hur ett allt mer kvalificerat seende växer fram krävs att eleven erbjuds möjlighet att interagera med en erfaren lärare under praktiskt labbarbete.

De aspekter av observationerna som fokuserar det specifika och konkreta ställer krav på hur läraren interagerar med eleverna för att han/hon med hjälp av t.ex. metaforer och vardagliga begrepp ska mediera sitt ”seende”. De aspekter av observationerna som fokuserar *varför* det ser ut som det gör relaterar till ett generellt och abstrakt kemikunnandet. De kemiska begrepp, teoretiska modeller och beskrivningar läraren använder för att guida eleverna skulle i detta fall handla om *relationer* mellan det generella och teoretiska och det konkreta och specifika i observationen. Observationsbeskrivningar av exempelvis färg och form blir relevanta ur ett kemiinnehållsligt perspektiv först när de relateras till abstrakta begrepp och modeller. Samtidigt kan abstrakta begrepp och modeller användas för att utveckla ett kemispecifikt seende *endast* om de relateras till det konkreta, det som kan observeras. Attribut som färg och form, och förändringar av dessa, kan således fungera som indikationer på tillstånd och händelser i kemisk bemärkelse. På detta sätt kan man säga att en kemisk process kan synliggöras genom tolkning av indikationerna.

Vad utgör centrala förutsättningar för att elever ska kunna utveckla ett kemispecifikt seende? Den stora utmaningen med kemiämnet är att kemi som disciplin är uppbyggd kring teoretiska begrepp och modeller

som avser att förklara, förutsäga och beskriva olika kemiska processer som inte kan erfaras genom våra sinnen. Det går t.ex. inte att avgöra om ett vitt pulver är ett grundämne eller en kemisk förening. Våra sinnen kan inte heller hjälpa oss att direkt urskilja orsak och verkan vid observationer av kemiska reaktioner (Johnstone, 1991). Nybörjarens (elevens) intuitiva tolkningar av observationer av kemiska reaktioner kan då bli att t.ex. materia försvinner (bränslet vid förbränningsreaktioner) eller att färgförändringar innebär att det ursprungliga ämnet finns kvar men med nya egenskaper (d.v.s. ny färg), alternativt att ämnet med den nya färgen hela tiden funnits där men varit dolt för ögat. Det är inte givet för nybörjaren att färgförändringen är resultatet av atomer som arrangeras om (Andersson, 2008). Kemins begrepp och modeller behövs för att nybörjaren skall lära sig att tolka betydelsen av en observation och därmed bidra till utvecklingen av ett kemispecifikt seende.

Det praktiskt, experimenterande arbetet har idag ofta en framskjuten plats i den naturvetenskapliga undervisningen och tillskrivs stor betydelse för elevernas lärande (Jenkins, 1999; Sjøberg, 2000). Ett flertal studier av elevers praktiska arbete visar samtidigt hur svårt det är för eleven att på egen hand kunna utföra meningsfulla observationer. Med ett antagande om att kemiinnehållet i laborationerna inte på ett direkt (induktivt) sätt är tillgängliga för eleven blir interaktionen i klassrummet mellan läraren och eleven och laborationsmaterialet avgörande för elevens möjligheter att lära sig ”se” kemiska processer. Det är läraren, i egenskap av kemiskt mera kunnig, som kan guida eleven till ett meningsfullt seende. Hur lärare interagerar med elever under praktiskt arbete har ägnats en del forskning. Lidar, m.fl. (2006) beskriver t.ex. på vilka olika sätt läraren uppmärksammar eleverna på vad som är relevant att observera under en kemilaboration. Eftersom de begrepp och modeller som läraren använder kan hjälpa eleverna att utveckla ett seende är det också viktigt att studera de medierande redskap som tas i bruk ur ett innehållsligt perspektiv.

I detta kapitel analyseras vilken förmåga att ”se”, t.ex. en kemisk reaktion som eleverna har möjligheter att tillägna sig i en laborationslektion? Vilken funktion har kemispecifika begrepp och modeller för processen att lära sig se på ett kemispecifikt sätt? Vilket kemiseende medieras genom klassrumssamtalen? Vilken guidning – hur och vad – under laborationerna erbjuds eleverna?

1.2. Syfte

Att genomföra observationer av t.ex. lösningar och kemiska reaktioner förutsätter alltså en kemispecifik kompetens som måste utvecklas. Det övergripande syftet med detta kapitel är att analysera och beskriva vilket kemispecifikt seende eleverna har möjlighet att utveckla under en dubbel-
lektion i en årskurs 8 i en finlandssvensk skola. Följande frågeställningar har varit vägledande för analysen:

- Vilket kemiinnehåll finns didaktiskt tillämpligt i laborationerna?
- Vad är det eleverna förväntas se?
- På vilka sätt guidar läraren eleverna till ett seende av något specifikt i observationerna?
- Vilka modeller och begrepp – vardagliga, metaforiska och naturvetenskapliga – fungerar som medierande redskap?

2. Utgångspunkter för analys – vad är det man kan se i en observation

Carlgren (1999) menar att det som i kvalitativ mening skiljer en undervisningspraktik från en annan först och främst identifieras av vad som utgör lärarnas föreställningar om vad undervisningen ska leda till och med hjälp av vad, och på vilket sätt, detta kan åstadkommas (jfr även Berg, m.fl., 2007). De redskap, normer, procedurer och traditioner som formar hur man t.ex. arbetar med observationer i relation till laborationer konstituerar praktiken. Således utgör undervisningspraktiken också en del av innehållet i det som lärs. Genom att studera vad som karakteriserar en undervisningspraktik får vi med andra ord möjlighet att säga något om vad eleverna har möjlighet att lära sig (Eriksson, m.fl., 2005).

Det här kapitlet bygger på den dubbeltektion (lektion 7 och 8) i en finlandssvensk årskurs 8 (Freds klass) där eleverna genomför två olika laborationer som ska demonstrera hur en jonförening bildas genom en kemisk fällningsreaktion. Tillvägagångssättet är detsamma i båda laborationerna: eleverna skall först bereda utgångslösningar (lösa lättlösliga jonföreningar i vatten) samt observera dessa. Därefter skall de slå samman utgångslösningarna och observera vad som händer. Eleverna uppmanas i samband med de olika skedena under laborationerna att göra observationer och anteckna vad de ser.

2.1. Aspekter på kemiska fenomen

Inom kemi används begreppen makro- och mikronivå beroende på vilken aspekt av ett fenomen som fokuseras – den *beskrivande* makronivån eller den *förklarande* mikronivån. Makronivå handlar om det vi med våra sinnen (erfarenhetsbaserat) och redskap kan iaktta och mäta t.ex. färg, värme och konsistens och förändringar av dessa. Mikronivån, eller den atomära nivån, handlar om hur atomer, joner och molekyler är strukturerade och hur de bildar och bryter bindningar med varandra vid kemiska processer.

Mikronivån är, i motsats till makronivån, osynlig och inte nåbar för våra sinnen, d.v.s. inte möjlig att observera. Det vi kan observera på makronivå är således endast indikationer på händelser på mikronivå. På mikronivå utgör tillgängliga teorier, begrepp och modeller av materien redskap för att förklara de iakttagbara händelserna. För att kommunicera vår förståelse av processer på mikronivå används kemiska symboler.

Relationen mellan makro- och mikronivå kan uttryckas som att det vi observerar och beskriver på makronivå endast kan förklaras på mikronivå utifrån de modeller vi gör oss av denna händelse (t.ex. partikelmodellen av materien). Genom att förstå det som händer på makronivån som indikationer kopplas observation och beskrivning till tolkning av det som sker i kemisk bemärkelse (se Andersson, 2008). När vi lär oss vad något indikerar kan vi också med hjälp av kemiska begrepp och modeller tolka och bedöma vad vi observerar.

Innehållsliga aspekter av kemiska processer, eller fenomen, kan uttryckas inte bara i dimensionen makro-mikro, utan även i dimensionen specifikt-generellt (se Gilbert & Treagust, 2009, jfr även Dimenäs, 2001; Mortimer & Scott, 2003). Fenomen i form av kemiska processer förenas av den gemensamma innehållsliga principen att partiklar bildar och bryter bindningar med varandra. En princip avser med andra ord något som kan generaliseras och som inte är kontextuellt bundet (jfr Mortimer & Scott, 2003). Ett innehåll som behandlar observationer av flera liknande fenomen kan fokusera dels gemensamma iakttagbara attribut (generell makronivå) dels en gemensam förklaring av det iakttagbara på atomär nivå utifrån generella kemiska principer (generell mikronivå).

När innehållet behandlar endast det fenomen som observeras är nivån däremot specifik – innehållet begränsar sig till och fokuserar enbart detta utvalda fenomen här och nu. Uppmärksamheten flyttas således inte från det specifika och saknar därmed förutsättningar för generaliseringar.

Ett fenomen har därmed beskrivande, förklarande, specifika och generella karaktärer och kan därmed förstås utifrån dimensionerna makro-

mikro och generell-specifik nivå. Man kan med andra ord beskriva och förklara ett fenomen ur fyra innehållsliga dimensioner. Nedanstående figur illustrerar hur de fyra innehållsliga dimensionerna som beskrivits ovan förhåller sig till varandra i form av dimensionerna makro-mikro och generell-specifik.

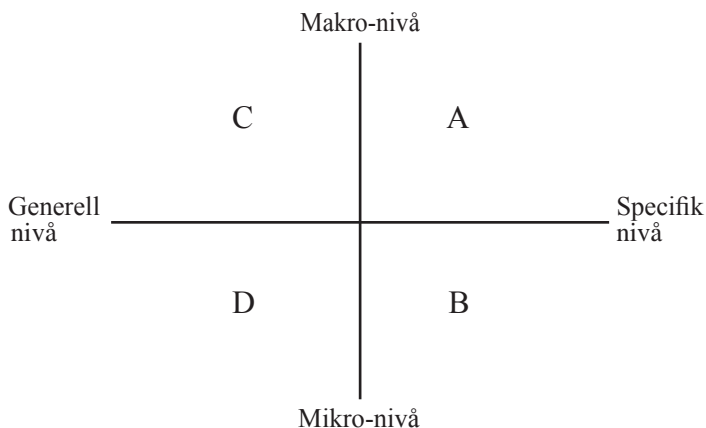


Fig. 1. Dimensioner på ett kemspecifikt innehåll.

Ett innehåll på en makro-specifik nivå (ruta A, fig. 1) utgörs av fysikaliska observationsbeskrivningar av ett specifikt fenomen. Detta kan jämföras med vad Mortimer och Scott (2003) kallar för empiriska beskrivningar. I samtal kring detta innehåll finns det ofta vardagliga eller metaforiska term, ord och uttryck för att beskriva vad som observeras (jfr Goodwin, 1997). Ett exempel på en makrospecifik nivå är en beskrivning av konsistensen på en fällning av silverklorid som bildats vid reaktion mellan silverjoner och kloridjoner i en vattenlösning. En sådan beskrivning skulle kunna ha följande innehåll: när en genomskinlig lösning med silverjoner hålls ner i ett provrör med en genomskinlig lösning av kloridjoner blir innehållet i provröret vitt och grumligt.

Innehållsliga aspekter på en mikrospecifik nivå (ruta B, fig. 1.) handlar om att förklara observationsbeskrivningar av ett specifikt fenomen på atomär nivå utifrån tillgängliga modeller, d.v.s. förklara vilka specifika partiklar som deltar i bildandet och brytandet av kemiska bindningar. Exemplet med att blanda lösningar med silverjoner respektive kloridjoner handlar alltså sedan om att förklara den observerade vita grumligheten som ett resultat av en reaktion mellan lösta silverjoner ($\text{Ag}^+(\text{aq})$) och kloridjoner ($\text{Cl}^-(\text{aq})$) varvid det fasta, olösliga, ämnet silverklorid faller ut ($\text{AgCl}(\text{s})$).

Ett innehåll av makro-generell karaktär (ruta C, fig. 1) behandlar observationsbeskrivningar av ett fenomen utifrån dess generella karaktärer, och kan förstås som jämförelser mellan flera liknande fenomen. I exemplet med fällningsreaktionen mellan silver- och kloridjoner skulle ett innehåll av makro-generell karaktär uppstå om olika fällningsreaktioner och beskrivningar av deras respektive fällningar jämförs för att belysa vad som utgör en generell aspekt, t.ex. ett synligt, fast ämne med grötig konsistens uppstår, och vad som är specifikt för en viss fällning, t.ex. gul eller vit färg. Innehållet handlar med andra ord om att fokusera det gemensamma i observationsbeskrivningarna av fällningarna och relatera detta till begreppet kemisk fällning, t.ex. en kemisk fällning har en grötig konsistens och kan ha olika färg. Ju fler exempel som erbjuds desto större blir möjligheterna till jämförelser av olika aspekter. Denna makro-generella nivå är således knuten till empiriska erfarenheter och exempel till skillnad mot den mikro-generella nivån (ruta D, fig. 1) som handlar om överordnade principer och samband (Mortimer & Scott, 2003).

Ett innehåll på mikro-generell nivå (ruta D) behandlar förklaringar av ett fenomen utifrån dess generella karaktärer, d.v.s. utifrån de kemiska principer som detta och liknande fenomen har gemensamt.

Exemplet med utfällningen av silverklorid handlar på en mikro-generell nivå om att förklara och förstå denna som en princip för en fällningsreaktion bland alla andra, utan att se just reaktionen mellan silver- och kloridjoner och den bildade silverkloridfällningen. Denna princip skulle exempelvis kunna uttryckas som att: två olika slags joner av motsatt laddning attraheras till varandra. Om attraktionskraften dem emellan är starkare än den mellan respektive jon och omgivande vattenmolekyler, uppstår en kemisk bindning mellan jonerna. Resultat blir att ett nytt ämne – en kemisk fällning – bildas⁷.

Mot bakgrund av detta analytiska ramverk gör vi följande antagande: om eleverna ska kunna tillägna sig en förståelse av observationer i kemisk mening, d.v.s. lära sig se kemiska reaktioner, behöver de utveckla en förmåga att urskilja olika nivåer på kemiska processer samt hur dessa är relaterade till varandra. De behöver med andra ord lära sig identifiera, tolka och bedöma observerbara indikatorer hos ett fenomen med hjälp av förklaringar på atomnivå, där begrepp, modeller och kemiska symboler utgör redskapen för dessa.

7 Förklaringsnivån kan förstås gå mycket djupare och beakta begrepp som gitterenergi, entropi, entalpi och fri energi.

3. Resultat

Detta avsnitt inleds med en beskrivning av de två laborationerna (avsnitt 3.1.1. och 3.1.2.). Därefter presenteras resultatet av analysen av de två laborationerna i två steg. Först fokuseras vilket seende laborationerna didaktiskt ger möjlighet till, d.v.s. vilket innehåll som didaktiskt är möjligt i de två laborationerna som en ingång till ett mera specifikt kemiseende (avsnitt 3.2.). I relation till vårt analytiska ramverk handlar denna fråga i första hand om att identifiera vilka nivåer på kemiska processer (Figur 1.) och vilka relationer mellan dessa nivåer som är didaktiskt tillgängliga inom ramen för laborationernas kunskapsinnehåll.

I ett andra steg fokuseras det konstituerade didaktiska innehållet, d.v.s. vilket slags seende eleverna genom lärarens guidning har möjlighet att utveckla (avsnitt 3.3.). Till att börja med *beskrivs* således de båda laborationerna.

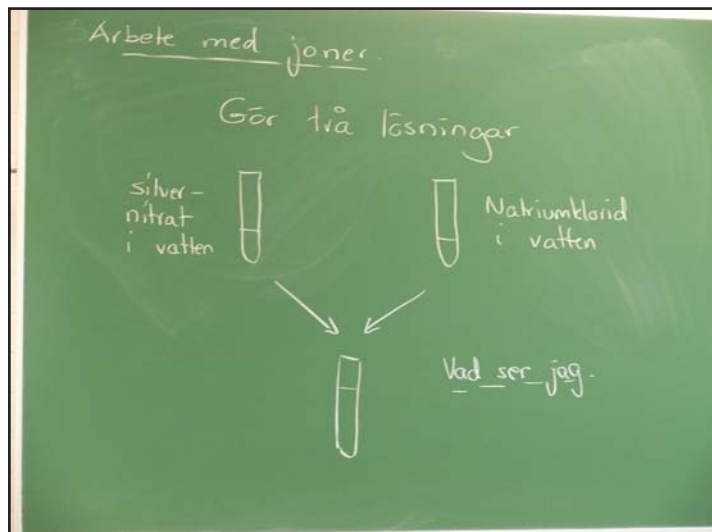
3.1. Laboration 1 – Utfällning av silverklorid (AgCl)

I den första laborationen får eleverna till uppgift att i två provrör lösa salterna silvernitrat (AgNO_3) respektive natriumklorid (NaCl) i vatten.

Dessa båda lösningar ska därefter slås samman i ett tredje provrör. När eleverna gör de första två blandningarna ska salterna lösa sig och bilda en genomskinlig lösning.

När de sedan slår samman de två lösningarna i ett tredje tomt provrör förväntas de kunna se en utfällning – resultatet av en kemisk reaktion där ett nytt fast ämne uppstår (silverklorid, AgCl)⁸. Läraren illustrerar laborationen på tavlan genom att rita tre provrör på tavlan och med pilar illustrera hur eleverna ska genomföra laborationen (se Figur 2).

Läraren uppmanar eleverna att i sitt skrivhäfte svara på frågan ”Vad ser jag?” när de observerar de två utgångslösningarna samt sammanslagningen av dessa. Läraren utvecklar instruktionerna och säger att eleverna ska anteckna ”/.../ lösningarnas egenskaper, hur de ser ut” och att de skall ”undersöka och titta på dem [lösningarna]”.



Figur 2. Lärarens tavelanteckningar.

Läraren ger sedan instruktioner vad gäller mängden silvernitrat som eleverna skall använda för att göra silvernitratlösningen.

Fred: När ni sätter silvernitrat så, och gör en lösning, så ta bara några kristaller bara några, det blir ändå en väldigt bra lösning. Man behöver inte så mycket.

Några av eleverna skriver i sina anteckningshäften vad de ser när de gjort ursprungslösningen av vatten och silvernitrat (de flesta elever för dock inte anteckningar kring detta):

Elev 2: Löser sig, ser grumligt ut.

Elev 3, 7 och 8: Det blev vitt.

(Utdrag ur elevers anteckningshäfte, lektion 7)

Efter att ha tillsatt natriumklorid till provröret med vatten skriver några elever i sina anteckningshäften:

Elev 2: Löser sig långsamt.

Elev 3: Ändras inte så mycket.

Elev 7: Det löstes upp.

Elev 8: Det blir normalt igen, löstes.

(Utdrag ur elevers anteckningshäfte, lektion 7)

Läraren går runt bland bänkarna och småpratar med eleverna. När de slår ihop de två utgångslösningarna associerar en elev det han ser i provröret med mjölk, d.v.s. en vitfärgad lösning⁹. Läraren kommenterar elevens uttalande genom att upprepa det.

Fred: Så nu får du slå ihop dem i ett och samma provrör. Du kan hålla ur det ena i det andra.

Elev 1: Mjölk [ohörbart]

Fred: Ja, det blev mjölk.

Elev 2: Det blev mjölk.

Fred: Det blev mjölk./.../

Läraren instruerar eleverna att beskriva vad de ser: En elev beskriver observationen som att ”det skär sig” och läraren upprepar elevens beskrivning.

Fred: Nu ska det gälla att ni beskriver det som ni ser, alltså skriver ner därunder där tredje provröret och ”vad ser jag[pekar på illustrationen på tavlan med de tre provrören]?”

Elev 1: Det skär sig

Fred: Det skär sig.

I elevernas anteckningshäften kan man se att olika elever beskriver resultatet av de två sammanslagna lösningarna på olika sätt:

Elev 1: Det skär sig

Elev 2: Det blev helt vitt ser ut som mjölk. Det skär sig.

Elev 4: Det skär sig.

Elev 5: En klump i botten och vit vätska ovanför.

Elev 6: Det blev vitt. Det ser ut som pulver på botten.

Elev 9: De skär sig.

(Utdrag ur elevers anteckningshäften, lektion 7)

Läraren försöker hjälpa eleverna att beskriva det resultat de fått vid sammanslagningen av de två ursprungslösningarna genom att likna innehållet i provröret vid gröt.

Fred: En gång varannan vecka får ni viss typ av mat som man egentligen äter som morgonmål, det kan man också använda [för att beskriva resultatet].

Elev: Gröt [ohörbart]

Fred: Haha, ja. Men gröt, grötigt och så där, det kan man ju använda. Det riktiga ordet heter fällning och det är fast, ett fast ämne som har bildats i, när man slår ihop två lösningar kallas för fällning, och den är vit, mycket, mycket vit jämfört med [ohörbart]

Efter diskussionerna om provrörsinnehållet med hjälp av vardagliga ord för läraren in begreppet fällning. Av lärarens sätt att uttrycka sig kan eleverna förstå att fällning, i kontrast till t.ex. mjölkigt eller skår sig, är ett naturvetenskapligt korrekt begrepp. Läraren förklarar vidare att en fällning är ”fast, ett fast ämne”. Begreppet fällning ges därmed en innebörd eller förklaring som ett fast ämne i relation till utgångslösningarna. Läraren poängterar därefter att ”den [fällningen] är vit mycket, mycket vit jämfört med”. Färgobservationen vit lyfts fram som viktig för att beskriva denna fällning. När eleverna slutfört laborationen säger läraren att man kan filtrera provrörsinnehållet, och signalerar på så sätt att en fällning kan förstås som ett fast ämne eftersom det går att separera den från vätskan.

Fred: Vi kör, vi gör så här vi skriver ner lite /.../ [skriver kemisk reaktion på tavlan]. Här fick ni tillstånd en kemisk reaktion och vill man undersöka det där mer så kan man t.ex. göra någonting med en uppställning så att man kan, så att säga, få bort den här vätskan med tratt och lite papper. Filtrerar det hela, torka det och se vad provet ser ut sen efteråt. Okey, om ni sätter silvernitrat i vatten så bildas det joner.

Därefter flyttar läraren fokus från den synliga fällningen i provröret till vad som har hänt på den osynliga mikronivån i laborationen och till hur man kan beskriva detta med kemiska formler. Till att börja med fokuseras upplösningen av jonföreningar i allmänhet och silvernitrat i synnerhet.

Fred: När man löser ett, en jonförening så spjälkas det ju upp i lösningen, och nu skulle jag vilja ha förslag på en jon som bildas när ni håller ner, eller när ni löser silvernitrat i vatten [drar ner periodiska systemet]. /.../ Silvernitrat i vatten.

Elev: Silver.

Fred: Silver ja just det, att du var så snabb. Silver är nr 47. Ag.

Läraren uttrycker sig som att ”det spjälkas upp i lösningen”. I den fortsatta lärarledda diskussionen utgår läraren från att joner bildas när man löser en jonförening, och styr dialogen mot rätta svar (se även kapitel 5 i denna volym).

Fred: [drar upp periodiska systemet, skriver och säger] Silverjoner – träffar. Nu är det så att silverjoner bildas när silveratomen ger bort en elektron. Silveratomen ger bort en elektron. Säg hur jag ska skriva silverjoner med

symboler, silverjon med symbol. Ag, var själva symbolen för en atom och så har den en elektron ytterst så att den ger bort en elektron, vilken laddning får den då? Kaj?

Kaj: Ett minus. Ag minus.

Fred: Ett är rätt. Kerstin?

Kerstin: Plus.

Fred: Plus. För att om man ger bort en elektron som är negativt laddad, sen är det mindre minus än plus, plus vinner alltså. /.../ Så ni får Ag-plus. [skriver Ag⁺]. Det är silverjon. Träffar [ritar ett plus-tecken], plus. Ok. Vad får man för joner i den här lösningen om ni sätter natriumklorid i vatten?

Elev: Na minus.

Fred: Hmmm.

Läraren drar ner periodiska systemet igen för att peka och visa att man hittar natrium i grupp 1.

Fred: Var hittar du Na? I grupp 1. Natrium har en elektron ytterst, och ger bort den så då blir det...

Elev: Na plus.

Fred: Na plus, ja.

Läraren fortsätter sedan att förklara vad som händer när man håller ihop lösningarna.

Fred: Och nu är det så att nu vill då den här Ag plus som finns här, den vill ha en negativ jon att leka med.

Den negativa jon som läraren sedan fokuserar är kloridjonen.

Fred: Och vad är det för grundämne som man kan kalla för klorid när det gäller joner? Klorid? Klor är grundämnet...?

Elev: Cl (?)

Fred: Namnet. Cl, klor. Och nu finns klor i grupp sjutton det vill säga den näst sista gruppen så hur många elektroner har kloridjonen kloridatomen ytterst?

Elev: Sju.

Fred: Sju. Och minns ni hur det var förra gången det här gänget som var sju här vad dom ville göra för att få oktett?

Elev: Tog en.

Fred: Tog en. Om de tar en elektron vilken laddning får den här jonen då?

Elev: Minus

Fred: Minus. Nu har vi en kloridjon som tar emot en.

Läraren skriver vidare på tavlan "Silverjonen träffar kloridjonen" och förklarar:

Fred: joner med motsatt laddning attraherar varandra eller dras till varandra som plus och minusladdningar i elektricitetssammanhang, och nu kör vi då en reaktion mellan joner så att silverjoner som är plusladdade söker upp kloridjoner som är minusladdade.

Läraren säger därefter att "en jonförening bildas" och att "plusladdningen och minusladdningen tar ut varandra när man har en av vardera." Avslutningsvis anger läraren en av de kemiska egenskaperna för silverklorid: "AgCl är olöslig i vatten".

Fred [skriver på tavlan och säger]: En jonförening bildas. Om man skriver föreningen så att detta som plusladdningen och minusladdningen tar ut varandra när man har en av vardera så skriver vi "AgCl" kan vi sätta dit "komma [.] olöslig i vatten". Därmed är det här jobbet gjort. Ja, nu ska vi ju gå ut på rast.

3.2. Laboration 2 – Utfällning av blyjodid (PbI_2)

Under den andra timmen av dubbellektionen (lektion 8) gör eleverna ytterligare en laboration som ska resultera i en fällning. Eleverna ska nu göra tre lösningar med salterna: blynitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), kaliumjodid (KI) och blyacetat ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ eller PbAc). När alla tre lösningar är klara ska lösningen med kaliumjodid i lika delar slås i de två andra provrören med olika blylösningar. Resultatet i de båda provrören ska ge en utfällning med blyjodid (PbI_2)¹⁰ som nytt fast ämne. Även den här laborationen illustrerar läraren genom att rita på tavlan.

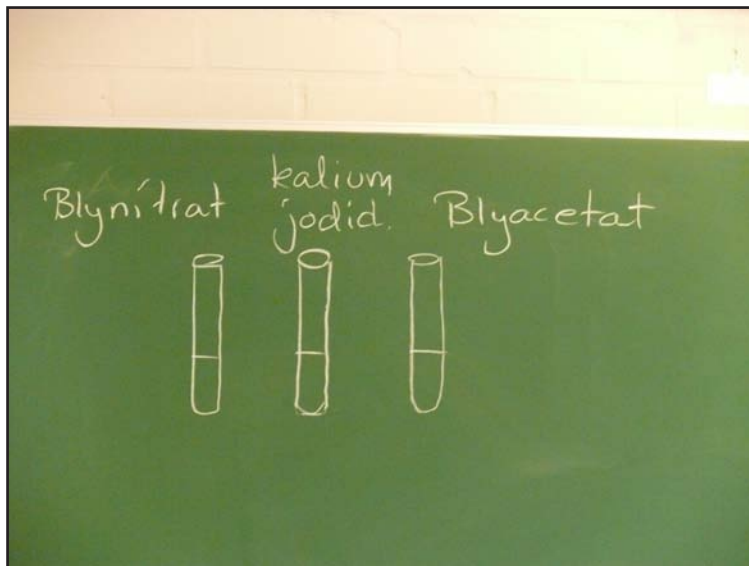
När eleverna har berett de tre utgångslösningarna i provrör går läraren fram till en av eleverna, håller upp ett av de tre provrören och vänder sig till hela klassen.

Fred: Och det är så här för de flesta att ni har tre provrör varav den i mitten kaliumjodid, den löste sig jättebra i vatten, ingen sån här, överhuvudtaget rester kvar på botten, utan allting löstes snyggt och prydligt. Blev färglöst och genomskinligt, hemskt snyggt.

Efter granskningen av provröret med kaliumjodidlösningen tar läraren upp de två provrören med blylösningarna och visar för eleverna. Han beskriver utseendet på lösningarna som "lite svagt sån här färg" och "grumligt".

10

Läraren berör inte övriga ämnena som bildas.



Figur 3. Tavelanteckningar till den andra laboration.

Det sista steget i laborationen handlar om att hålla hälften av KI-lösningen i provröret med PbNO_3 och andra hälften i provröret med PbAc . Eleverna uppmanas att observera de två provrören.

Elev: Det blir gult, titta.

Laborationen avslutas med en lärarledd genomgång där läraren börjar med att kommentera det eleverna gjort:

Fred: men vad händer då? Och tanken med den här är att ni har fått samma reaktion i två provrör, samma reaktion, och då ska någon berätta för mig vilken positiv jon som har reagerat i de här två provrören vilken jon som har [ohörbart] reagerat. Det är gömt i namnen på föreningarna och så har reaktionen visat att det har hänt samma sak i båda.

Läraren riktar elevernas uppmärksamhet mot att innehållet i de två provrören ser lika ut. Han säger att de fått "samma reaktion" i båda provrören. Han exemplifierar hur man kan använda denna reaktion som en indikatorreaktion på att det finns blyjoner närvarande, d.v.s. genom att tillsätta jodidjoner till en okänd vattenlösning kan man påvisa förekomsten av Pb -joner.

Fred: Det här resultatet tar som en sån här vink om att 'Oj, nu har vi kört en liten test här' och om det händer så, så berättar det en viss sak om du sen tar ett vatten från en källa i skogen och det händer samma sak då kan man säga 'Oj, då finns ju det där, där också'. Så i och med att det finns samma typ av reaktion så finns det samma typ av ämne. Men vad är det i dessa två rör som gör att vi får en gul reaktion?

Elev: Bly.

Fred: Bly. Okey, nu ska vi ta reda på bly. /.../

Här nämner läraren för första gången den gula färgen – ”vi får en gul reaktion.” Läraren drar sedan ner periodiska systemet och pratar om bly, som finns i en av undergrupperna. Eftersom dessa inte behandlats förut måste läraren själv ge svaret på antal valenselektroner hos Pb-jonen. Sedan ber han eleverna gissa om blyjonerna förenar sig med kaliumjonen eller jodidjonen.

Fred: Bly är förkortningen Pb.

Elev: Sa du Pb?

Fred: Pb, 82. Vi har fyra stycken, och det är en mycket speciell förening, fyra ytterelektroner. Och det är en metall som, den är lite mitt emellan, mellan noll och åtta, precis mitt i, men den bildar en plus, en positivt laddad jon. Metaller bildar positiva joner, också bly, fast den är så här långt i [ohörbart]. Sen har ni ett ämne här som den kan förena sig med. Gissa nu då: om bly är en positiv jon är det då kalium eller jod som den har reagerat med?

Elev: Jod.

Fred: [väntar tyst] Klas får berätta [ohörbart] markera. Klas?

Klas: [ohörbart]

Fred: Det är jodiden som den har reagerat med. Jod finns här [pekar i periodiska systemet] egentligen ska det vara I, där är jod och jod finns i grupp 7 och bildar en negativ jon. Negativa joner reagerar med positiva joner, och är den negativ måste den reagera med positiva joner. Så nu är det alltså bly som har reagerat med jod, då har ni har fått blyjodid och blyjodid är en jonförening som inte löser sig i vatten, därför faller den ut som man brukar säga och bildar fällning. En gul färg. Går inte att missta sig när det är blyförening om man testar med jod. Då blir det att diska och att torka bordet, och allra sist tvätta händerna¹¹.

11 Läraren, som tidigare sagt åt eleverna att de ska vara försiktiga låter eleverna hålla ut blyjodiden i avloppet och noterar lite tyst att han egentligen borde samlat in alla rester. Miljöfrågorna får under kemilektionerna mycket lite uppmärksamhet.

Under genomgången av laborationen lyfter läraren fram aspekter som handlar om hur den positiva jonen (Pb^{2+}) förenar sig med den negativa jodidjonen (I^-) och bildar en fällning av olöslig blyjodid. Läraren riktar elevernas uppmärksamhet mot periodiska systemet och hur det kan användas för att lösa frågan kring vilken av kalium- eller jodidjonen som är negativ. Också regeln om motsatt laddning och attraktion fokuseras. Läraren skriver däremot inte något på tavlan vid denna genomgång och använder inte den kemiska formeln för den bildade blyjodiden.

3.3 Analys – Vilket slags seende ger laborationerna didaktiskt möjlighet att utveckla?

För att besvara frågan om vilket seende som laborationerna didaktiskt ger möjlighet till beskrivs nedan vilka nivåer och vilka relationer mellan dessa eventuella nivåer som didaktiskt finns tillgängliga i laborationerna. Utifrån dessa tillgängliga nivåer och relationer identifieras sedan vilket slags seende som är möjligt för eleverna att utveckla?

Vilka nivåer finns didaktiskt tillgängliga i laborationerna? – Utifrån den makro-specifik nivå (jfr ruta A, fig. 1) har de två laborationerna ett didaktiskt möjligt kunskapsinnehåll som handlar om beskrivningar av dels själva upplösningsprocessen av en specifika jonföreningar i vatten dels bildade specifika jonlösningar och fällningar (färg, grumlighet, konsistens, transparens).

Utifrån den mikro-specifika nivå (jfr ruta B, fig. 1) har de två laborationerna ett didaktiskt möjligt kunskapsinnehåll som handlar om förklaringar av det som kan observeras på den makro/specifika nivån. Detta kemiinnehåll handlar dels om vad som händer på atomär nivå när en specifik jonförening kommer i kontakt med vatten (specifika joner spjälkas) dels vad som händer när två specifika jonlösningar blandas med varandra (en fällning uppbyggd av två specifika joner bildas).

Utifrån den makro-generella nivån (jfr ruta C, fig. 1) har de två laborationerna ett didaktiskt möjligt kunskapsinnehåll som handlar om att jämföra beskrivningar av upplösningsprocessen av de olika jonföreningarna, av färg och transparens på de olika jonlösningarna och av färg och konsistens på de bildade fällningarna. Laborationerna rymmer på denna nivå också frågor om vilken utrustning som generellt gör det möjligt att observera upplösning och utfällning.

Utifrån den mikro-generell nivå (jfr ruta D, fig. 1) har de två laborationerna ett didaktiskt möjligt kunskapsinnehåll som utgörs av för-

klaringar på generell nivå av det som kan observeras och beskrivas på makronivå. Detta kemiinnehåll handlar om vad som händer när en jonförening vilken som helst kommer i kontakt med vatten (joner spjälkas) men också om begreppet löslighet – olika jonföreningar är olika lösliga i vatten, och när två joner av en svårlöslig jonförening träffas så bildar de en fällning av denna jonförening. Lösligheten avgörs av den dragkamp som uppstår mellan å ena sidan den gitterenergi som håller ihop jonföreningen i kristallstruktur och å andra sidan den jon-dipol-bindning som uppstår mellan jonerna och vattenmolekylerna.

Eftersom löslighet i ett kemisammanhang ofta anges kvalitativt med uttryck som löslig eller svårlöslig så har laborationerna på mikrogenerell nivå en didaktisk möjlighet att uppmärksamma variation i gränsdragningar och uppfattningar. Natriumklorid och kaliumjodid är lösliga jonföreningar och bildar genomskinliga lösningar medan lösningar av blynitrat och blyacetat blir lite grumliga, och dessa jonföreningar kan därmed förstås som mer svårlösliga. I relation till begreppet löslighet har laborationerna även ett didaktiskt möjligt innehåll som handlar om att de utfällda jonföreningarna är ett undantag från den generella regeln att jonföreningar oftast är lösliga, om reaktionernas hastighet d.v.s. den tid det tar för att lösa jonföreningar i vatten varierar och kan påverkas, om begreppen mättad och omättad lösning, och om val av mängden ämne.

De två laborationerna har ett didaktiskt möjligt kunskapsinnehåll som handlar om förklaringarna på mikronivå med ett kemiskt symbolspråk.

Vilka relationer finns didaktiskt tillgängliga i laborationerna? Eftersom samtliga nivåer på ett kemispecifikt innehåll (Figur 1) finns didaktiskt tillgängliga i laborationerna så rymmer dessa också ett didaktiskt möjligt kemiinnehåll som handlar om att explicitgöra relationen mellan mikro- och makronivå samt generell och specifik nivå.

Vilket seende ger laborationerna didaktisk möjlighet till att utveckla? Laborationerna ger didaktisk möjlighet att utveckla ett seende som handlar om att identifiera, tolka och bedöma upplösningssprocessen av jonföreningar i vatten och den jonlösningen som är resultatet av upplösningen, men också utfällningsreaktionen av en jonförening och själva den fällning som är resultatet av reaktionen. Detta seende kan exempelvis handla om att kunna ”se” att en jonförening som blandas med vatten är löslig eller svårlöslig, eller att ”se” att en fällning, eller en mättad lösning, har bildats.

3.3.1 Lärarens guidning

I detta andra analyssteg fokuserar vi vilket slags seende eleverna har möjlighet att utveckla genom lärarens guidning och det innehåll som därmed konstitueras i undervisningspraktiken.

Under de två laborationerna är det i huvudsak tre kemiska händelser som eleverna förväntas fokusera. Den första handlar om upplösning av en lättlöslig jonförening i vatten, den andra om resultatet av upplösningen d.v.s. den färdiga jonlösningen och den tredje handlar om utfällning av en svårlöslig jonförening när två jonlösningar slås samman. Under inledningen av lektionen, i samband med läxförhöret, är läraren noga med att skilja på kemiska och fysikaliska egenskaper. ”Alltså hur de reagerar med andra ämnen, det är kemiska egenskaper. Inte hur de ser ut till färgen, det är fysikaliska egenskaper, men hur de reagerar.” Läraren betonar därmed skillnaden mellan det som framträder på makronivå och det som sker på mikronivå.

I det följande analyseras den guidning eleverna får för att utveckla ett seende i kemisk mening d.v.s. för att lära sig observera. Analysen tar sin utgångspunkt i vårt antagande att om eleverna ska kunna utveckla förmåga att göra observationer i kemisk mening behöver de utveckla en förmåga att urskilja olika nivåer på kemiska processer samt hur dessa är relaterade till varandra. Analysen är riktad mot att identifiera vilka nivåer, och vilka relationer mellan olika nivåer, som konstitueras i undervisningen.

Guidning i form av instruktioner för det praktiska arbetet – I samband med instruktionen till den första laborationen ber läraren eleverna skriva ner ”Vad ser jag” när de bereder de två utgångslösningarna och sedan slår ihop dem. Läraren utvecklar instruktionerna och säger att eleverna ska anteckna ”lösningarnas egenskaper, hur de ser ut”. En kort stund senare upprepar läraren instruktionerna, nu med ett lite annorlunda ordval ”när ni har gjort lösningarna och undersökt och tittat på dem så ska ni slå dem i ett och samma provrör”.

Eleverna förbereds på de kommande observationerna genom att läraren, med sina återkommande instruktioner, riktar elevernas uppmärksamhet mot innehållet i provrören. Den guidning för seendet som läraren ger är dock allmänt hållen. När eleverna ska blanda till de två utgångslösningarna ger läraren däremot tydliga instruktioner om hur mycket silvernitrat de behöver: ”så ta bara några kristaller, bara några, det blir ändå en väldigt bra lösning.” Ur ett kemiskt perspektiv kan man förstå att läraren vet att upplösning av några kristaller silvernitrat ger

en lösning med en koncentration av silverjoner som är tillräcklig för att silverklorid senare ska kunna fällas ut i observerbar mängd. Detta eftersom silverklorid är ett mycket svårlösligt salt. Man kan också anta att läraren vet att några kristaller resulterar i en homogen lösning, d.v.s. saltet löser sig fullständigt. Ur lärarens perspektiv kan därför en ”väldigt bra lösning” tolkas som en lösning som är både användbar och homogen.

Frågan om olika salters löslighet signaleras indirekt genom att läraren uppmanar eleverna att bara ta några kristaller silvernitratt. Läraren säger dock att det är dyrt, inte att de är lösligt. Han ger inte motsvarande anvisningar om mängden kristaller när eleverna ska ta natriumklorid¹².

Ur ett elevperspektiv kan lärarens förtydligande om att få kristaller ger en ”väldigt bra lösning” vara svår att förhålla sig till. Läraren ger inga förklaringar som kan hjälpa eleverna att förstå på vilket sätt lösningen de gör är bra. Är det i kemisk mening med beaktande vad den ska användas till? Eller innebär ”bra” att saltet kommer att lösa sig bra (och vad innebär det i så fall?). Hur kan man se att saltet löst sig bra? Kan lösningen vara bra ur båda perspektiven, d.v.s. finns det en koppling mellan lösningens användbarhet och hur bra saltet löst sig?

Lärarens strategi i detta skede tycks främst vara att fokusera de praktiska aspekterna av laborationen. Läraren vet uppenbarligen vad som krävs för att lyckas att fälla ut en observerbar mängd silverklorid vilket tar form i noggranna instruktioner. Eleverna får därmed möjlighet att lära sig hur de ska göra för att med just detta salt få en bra lösning.

När en elev sedan undrar något om upplösningen svarar läraren ”så att det löser sig alltihopa.” Det eleven ska göra (skaka provröret till dess allt löser sig) förutsätter att eleven, genom att observera lösningen, kan bedöma när det hon gör blir rätt d.v.s. bedöma när allt har löst sig (se även Danielsson i denna volym).

När man ska observera saltlösningarna blir inte heller tydliggjort. Om det är själva upplösningsreaktionen som eleverna ska observera och anteckna i sina böcker eller om det är lösningens utseende efter det att salterna löst sig. Elevernas anteckningar tyder på att de fokuserar sina observationer på själva upplösningsreaktionen. Läraren frågar inte efter deras observationsanteckningar vilket kan medföra att det blir otydligt vad som ska förstås som en korrekt observation. Eleverna kan möjligen konstatera att det tar tid att lösa vissa salter.

12 Rimligen bedömer läraren risken att eleverna ska ta för lite silvernitratt (i meningen inte tillräckligt för att en observerbar mängd silverklorid ska fällas ut) som liten eftersom silverklorid är ett svårlösligt salt.

Gemensamt för de beskrivna situationerna är att läraren ger noggranna instruktioner vad gäller laborationens utförande, men också att han tar för givet att eleverna kan se vad som händer i provrören, d.v.s. att de kan avgöra på vilket sätt något händer och att de kan tolka och bedöma det de ser (status på upplösningen av ett salt i vatten). Detta förgivettagande handlar om att händelser på mikronivå och kopplingen till makronivån i sig själva antas vara givna i observationen. Om antagandet är att det är synligt för eleverna behöver instruktionerna inte översättas till observationskriterier beskrivna i konkreta termer/metaforer och förklarade på atomnivå. Frågor som: hur kan man se att allt löser sig, hur kan man veta att något händer, vad ska man titta/leta efter och när ska man göra det? blir med andra ord inte framlyfta under lektionen. Elevernas möjlighet att både lära sig se att de gör rätt och fokuserar rätt – genom att koppla makronivå till mikronivån – blir därmed rimligen begränsad.

Guidning i form av tydliga kriterier för specifika lösningar – Under den andra laborationen gör eleverna tre utgångslösningar – blynitratlösning, kaliumjodidlösning och blyacetatlösning. Även i relation till dessa lösningar riktar läraren elevernas uppmärksamhet mot utseendet på lösningarna när han i relation till kaliumjodidlösningen säger att den löste sig jättebra och förklarar det med att lösningen blev ”färglös och genomskinlig” och att ”inga rester fanns kvar på botten”.

Läraren ger här eleverna tydliga kriterier, i form av konkreta beskrivningar, för hur en jättebra kaliumjodidlösning ser ut och guidar på så sätt eleverna till ett specifikt seende på makronivå. Med den guidningen ges eleverna möjlighet att utveckla ett mer avancerat seende jämfört med föregående laboration. Kriteriet färglös är relevant i detta specifika fall, men läraren tydliggör inte att det inte kan användas som ett kriterium för en jättebra lösning på generell nivå; alla lösningar som är bra är inte färglösa.

Läraren pekar och visar tydligt på skillnaden mellan provröret med kaliumjodidlösningen och de två provrören med blylösningarna. Han beskriver utseendet på blylösningarna som ”lite svagt sån här färg” och ”grumligt”. Utifrån de nyss givna kriterierna för en jättebra kaliumjodidlösning uttrycker läraren därmed underförstått att blyföreningarna inte har löst sig jättebra. Eleverna som strax före fått hjälp att se färglöshet och genomskinlighet som indikatorer på en bra lösning kan ta förekomsten av färg och grumlighet hos blylösningarna som indikationer på mindre bra lösningar. Kontrasteringen av de två blylösningarna mot kaliumjodidlösningen blir därmed svår att tolka vad det betyder att lösningarna ser olika ut?

Sammantaget kan vi konstatera att lärarens kriterier guidar elevernas i deras observationer av kaliumjodidlösningen. Men när läraren därefter

inte problematiserar kriterierna i relation till blylösningarna blir de svåra att tolka, och därmed förlorar de delar av sitt värde som redskap för att utveckla elevernas seende. Under laborationerna är det också de specifika lösningarna och deras utseende efter det att salterna är lösta som fokuseras. Det finns alltså inga instruktioner under denna dubbelstimme som kan guida eleverna att se lösningar på en makro-generell nivå vad gäller salters löslighet. Eleverna får endast möjlighet att utveckla ett seende som handlar om hur just dessa salter ser ut när de är upplösta – ett specifikt seende riktat mot dessa lösningars makronivå (ruta A, fig. 1).

Guidning i form av bekräftelser och tydliggörande metaforer. – När eleverna under laboration 1 observerar fällningen av silverklorid beskriver de det de ser i termer av att ”det skär sig” eller ”det blev mjölk”. Att tolka det vita i provröret som ett nytt ämne, och i fast form, är inte givet för eleverna. Läraren upprepar de båda elevernas förslag till beskrivningar och bekräftar dem därmed som relevanta iakttagelser, han uppmärksammar eleverna på vad som räknas som viktigt i observationen.

Läraren bidrar därefter själv med en metafor till för att beskriva vad de ser i provröret genom att leda eleverna fram till ordet gröt. Genom att dels upprepa elevernas beskrivningar av sina observationer dels bidra med en egen sådan, riktar läraren elevernas medvetande mot utseendet på provrörsinnehållet och hur det kan beskrivas i konkreta och vardagliga termer. Han hjälper på detta sätt eleverna att synliggöra det han vill att de ska se med för dem bekanta ord.

Efter diskussionerna om provrörsinnehållet med hjälp av vardagliga metaforer för läraren in begreppet fällning ”Det riktiga ordet heter fällning”. Läraren säger vidare att det är ett fast ämne som bildats och att fällningen ”är vit, mycket, mycket vit”. Läraren guidar genom interaktionen eleverna till en ”ömsesidig” beskrivning av innehållet i provrören. Men den mening eller tolkning eleverna tillskriver både sina egna och lärarens observationer av provrörsinnehållet tas här för given (d.v.s. att ett vitt, fast ämne bildas). Detta förgivettagande handlar om att mikronivån och dess koppling till makronivån antas vara given i observationen.

Sammantaget kan vi konstatera att lärarens guidning, i form av att upprepa elevernas observationsbeskrivningar och därmed bekräfta dem som giltiga, erbjuder eleverna möjlighet att tillägna sig en förmåga att se en fällning av silverklorid. Hur utseendet på denna fällning förhåller sig till en generell nivå lyfter läraren däremot inte fram. Inte heller belyser han att, och hur, fast kontrasterar mot t.ex. en vit lösning (mjölk) eller något som ”skärt sig” d.v.s. hur beskrivningar på makronivån kan förstås på mikronivå. Det seende eleverna har möjlighet att tillägna sig med

stöd av lärarens guidning handlar därför om hur just denna fällning ser ut – ett specifikt seende riktat mot fällningens makronivå (ruta A, fig. 1).

Guidning i form av förklaringar på mikronivå under genomgången – I samband med genomgången efter laboration 1 flyttar läraren fokus från makronivåns beskrivningar till mikronivåns förklaringar av densamma. När läraren försöker förklara vad som händer vid upplösning av en jonförening i vatten säger han ”När man löser en jonförening så spjälkas det ju upp i lösningen.” Här erbjuds eleverna en möjlighet att förstå upplösning av en jonförening på mikro-generell nivå (ruta D, fig. 1). Läraren fokuserar kemins symbolspråk när han förklarar vilka joner som bildas vid upplösning av ett specifikt salt. Hur man skriver detta tydliggörs genom att läraren poängterar vikten av rätt antal laddningar för en viss jon. Han använder periodiska systemet som ett redskap för att visa på olika joners gruppstillhörighet för att förklara deras laddning. När det gäller ämnen som eleverna tidigare i undervisningen mött, t.ex. natrium och klor förväntas de veta vilken laddning de får som jon med ledning av den grupp i det periodiska systemet de tillhör.

Men kopplingen mellan förklaringen under genomgången och observationerna under laboration 1 och efterföljande laboration 2 diskuteras inte. Relationen mellan vad som händer på den osynliga mikronivån (joner går i lösning) och observationerna på makronivån (det fasta, vita synliga saltet ”försvinner”) blir med andra ord inte explicit synliggjord. Att något som från början var synligt blir osynligt på makronivå indikerar att något händer på mikronivå: lösningen blev genomskinlig därför att joner i lösning, till skillnad från ett fast ämne, är osynliga. Av samma anledning blir det inte tydligt för eleverna i laboration 2 varför det är en skillnad i utseende mellan den genomskinliga kaliumjodidlösningen och de grumliga, gulfärgade blylösningarna.

Läraren fortsätter sedan genomgången med att förklara bildandet av silverkloridfällningen. Han säger och skriver på tavlan att ”Silverjonen träffar kloridjonen” och ”joner med motsatt laddning attraherar varandra [...] silverjoner som är plusladdade söker upp kloridjoner som är minusladdade. [...] En jonförening bildas.” Vidare säger och skriver läraren att:

Fred: Om man skriver föreningen så att detta som plusladdningen och minusladdningen tar ut varandra när man har en av vardera så skriver vi AgCl kan vi sätta dit komma [,] olöslig i vatten.

Här erbjuds eleverna en möjlighet att förstå bildandet av silverkloridfällningen på en mikro-specifik nivå (ruta B i fig. 1) och hur detta kommu-

niceras med hjälp av kemiska symboler. Men relationen mellan vad som händer på den osynliga mikronivån och beskrivningarna av makronivåns observationer under laboration 1 och 2 blir inte explicit synliggjord. Att lärarens förklaring på ett par meningar – ”jonerna söker upp varandra och en jonförening bildas” – rymmer en resa från det osynliga till det synliga, från jonerna till ämnet och jonföreningen silverklorid, behandlas som givet. Man kan också uttrycka det som att förståelsen, och då på en generell nivå, för att när en transparent och homogen jonlösning förändras till utseendet och blir heterogen och ogenomskinlig är en indikation på att något hänt på mikronivå, ser ut att tas för givet.

Sammantaget kan vi konstatera att under genomgången är det antingen den mikro-generella (upplösningen) eller den mikro-specifika (utfällningen) nivå som fokuseras (ruta D och B, fig. 1). Denna guidning är i sig en förutsättning för elevernas möjligheter att utveckla ett seende som handlar om att kunna tolka och bedöma upplösning och utfällning av jonföreningar. Men eftersom guidningen stannar på mikronivån, och vad gäller fällningen redan på den specifika nivån, och inte går vidare och kopplar förklaringarna till dels en generell nivå (utfällningen) dels till makronivåns beskrivningar, försvåras elevernas möjligheter att utveckla detta seende.

4. Diskussion – Vad ser eleverna?

Lärarens guidning i form av förklaringarna på mikronivå av upplösning och utfällning, det bekräftande samtalet med eleverna kring utseendet på silverkloridfällningen och de givna kriterierna på en bra lösning erbjuder eleverna en ingång till att lära sig ”se”. Men gemensamt för de olika typer av guidning som läraren erbjuder är, som tidigare nämnts, att han dels inte kopplar händelser på mikronivå till makronivåns beskrivningar och dels att han inte kopplar den specifika (mikro och makro) nivån till den generella vilket försvårar möjligheten att vidare utveckla detta seende.

4.1 Vad ser eleverna?

Vad utmärker undervisningen? Om man med ett kompetent seende menar att kunna tolka och bedöma det man ser förutsätter det att man på en begreppslig nivå explicit behandlar relationen mellan makro- och mikroperspektiv – hur förhåller sig det jag ser till det jag kan i termer av kemiska reaktioner, begrepp och modeller. Generellt utmärks den observerade undervisningen av att denna relation inte blir verbaliserad eller på annat sätt betonad i undervisningen, snarare behandlas den som något

givet. Läraren kan därmed sägas inta ett oproblematiskt förhållningssätt vad gäller observationen som process. Innebörden av instruktioner ”vad händer” eller ”så att det löser sig” och observationer framställs som givna, men också kopplingen mellan teori och beskrivningen med hjälp av kemiska formler å ena sidan och själva observationen å den andra. Eleverna uppmuntras till att beskriva det de ser men vilken innebörd eller tolkning de ger sina observationer tas inte upp till gemensam diskussion. Detta kan förstås på ett liknande sätt som Gunnarsson (2007) beskriver, utifrån samtal med lärare, där lärare anser att genom att göra och studera experiment så förutsätts eleverna ”induktivt” (a.a. s.108) förstå meningen eller betydelsen av detta.

Förutsättningslösa observationer – I den första laborationen utför eleverna ett mer förutsättningslöst observerande än i den andra laborationen, eftersom laborationen här föregår förklaringarna. Läraren riktar, med sina instruktioner om att eleverna ska se vad som händer, uppmärksamheten mot provröret. Utan tillgång till begrepp och modeller är det dock svårt för eleverna att avgöra på vilket sätt och enligt vilka principer något händer och vad de ska titta/leta efter (jfr Bergkvist & Säljö, 1994). Vad som är centralt att observera i relation till t.ex. upplösningen av silvernitrat och natriumklorid är svårt för eleverna att avgöra. Eftersom observationerna handlar om saltlösningarnas utseende på makronivå, medan händelser på mikronivå förblir ”osynliga” för eleverna blir det svårt för dem att uppfatta orsak och verkan i observationerna. För någon med erfarenhet av kemi (läraren, experten) så är denna kunskap mer eller mindre självklar och uppenbar. Det är uppenbart att saltet har löst sig och att lösningen då, och därför, blir genomskinlig. Det finns alltså inga instruktioner vare sig under laboration 1 eller 2 som kan guida eleverna att ”se” upplösningsreaktionen.

Elevernas möjlighet att lära sig se och kunna på ett relevant sätt beskriva den därpå följande utfällningen av silverklorid är, på samma sätt, begränsad eftersom guidning saknas. Elevernas tolkning av det de ser (det skär sig, det blev mjölk) uttrycker inte att det skulle vara ett nytt ämne som bildats, inte heller att det skulle vara fast. Deras observationer görs inte utifrån något speciellt perspektiv, eller utifrån någon förståelse för vad som är intressant att fokusera – nämligen att det bildas ett nytt ämne. Det är med andra ord svårt att förutsättningslöst observera makronivån eftersom mikronivåns teorier och begrepp saknas.

När läraren sedan blir aktivt deltagande i observationerna och en ömsesidig beskrivning av fällningen växer fram genom samtal lärare-elever erbjuds däremot eleverna möjlighet att utveckla ett seende. Till

att börja med upprepar läraren de båda elevernas observationsbeskrivningar. Detta skulle motsvara det som Lidar m.fl. benämner ”bekräftande riktningsgivare” (Lidar, m.fl., 2006) – när läraren upprepar elevernas observationsbeskrivningar bekräftar han dem som giltiga; det är ”rätt” att uppmärksamma förändringarna i färg och form (jfr även kapitel 5 i denna volym).

Han hjälper sedan eleverna att sätta andra ord på fällningens konsistens (grötigt). Detta kan ses som ett sätt att skärpa seendet av en fällning i likhet med den beskrivning som ges i Goodwins studie där expertens beskrivning inte bara innefattar färgen av en fiber vid laborationen utan även konsistensen och de metaforiska beskrivningar som aphår (Goodwin, 1997). Eleverna får av läraren hjälp att beskriva det som syns i provröret och därmed också hjälp att utveckla ett mera specifikt seende. När läraren sedan introducerar begreppet fällning kan man säga att lärandet handlar om att lära sig se eller känna igen något som en fällning av silverklorid.

I Goodwins exempel (1997) lyfts det kemispecifika seendet fram i form av att ge färgen speciell uppmärksamhet med hjälp av metaforer för att lära sig se när svart är tillräckligt svart. Det är det specifika seendet på makronivå som är i fokus och förklaringar ges inte varken på specifik eller generell nivå. I den undervisning som vi studerat är det istället förklaringar på mikronivå och kemins symbolspråk som står i fokus. Hur man skriver olika joner och hur man kan veta vilken laddning de får med hjälp av gruppstillhörighet i periodiska systemet får mycket uppmärksamhet i klassrummet (inte enbart under de två observerade lektionerna).

Indikationer – De kollektiva beskrivningarna av silverkloridfällningarna i laboration 1 erbjuder eleverna början till ett seende eller att känna igen en fällning av silverklorid. Men att dessa beskrivningar faktiskt kan fungera som ett redskap i framtida situationer, och inte bara tjänar till att beskriva det de för tillfället har framför sig, blir inte explicit framlyft, d.v.s. nästa gång jag ser något som ser ut att ha skärt sig har jag anledning att tro att det är en fällning. Med andra ord eleverna får inte hjälp att tolka sitt nybörjar-seende på makro-specifik nivå (mjölkigt, det skär sig) i relation till lärarens observationspåstående på makro-generell nivå (kemisk fällning). Det är inte heller självklart att eleverna förstår att beskrivningarna, i termer av färg och form, är indikationer på något som har hänt på mikronivå eftersom detta inte blir framlyft.

Läraren inleder genomgången av den andra laborationen (utfällning av blyjodid) med att säga att tanken är att de ska ha fått ”samma reaktion i två provrör”. Läraren riktar elevernas uppmärksamhet mot att innehållet i de två

provrören ser lika ut. Det öppnar för en tolkning att förändringarna i färg och form som är iakttagbar på makronivå är tecken på att samma kemiska reaktion har inträffat och att samma ämne har bildats i båda provrören.

Läraren fortsätter sen med att fråga ”Men vad är det i dessa två rör som gör att vi får en gul reaktion?” Det gula är en beskrivning på makronivå – en av blyjodidens fysikaliska egenskaper, medan uttrycket ”reaktion” antyder en kemisk reaktion. Därmed blandar läraren mikro- och makronivå; den kemiska reaktionen mellan bly- och jodidjoner på mikronivå och observationerna på makronivå (gul färg). Detta kan försvåra urskiljandet av innebörden av att en färg uppstår. Eleverna erbjuds inte att erfara observationen på en nivå som tolkar färgförändringen som en indikation på att en kemisk reaktion har skett. Det eleverna får tillgång till är en intuitiv men inte verbaliserad förståelse av att förändringar i färg och form (makronivå) skall tolkas som att något (en kemisk reaktion) har inträffat på mikronivå.

Relationen mellan makro- och mikronivå finns som nämnts närvarande i undervisningen men lyfts inte explicit fram. Elevernas möjligheter att koppla observation och beskrivning till tolkning blir därmed begränsade. Varför läraren inte fokusera de observerbara förändringarna under fällningsreaktionerna som indikationer på händelser på mikronivå kan tolkas som att detta för honom framstår som givet eller som tydliggjort under genomgången i början av lektinen.

När eleverna ska observera fällningsreaktionerna (eller egentligen alla kemiska reaktioner) gör de det utan stöd av perceptuella ledtrådar både till orsak-verkan-förloppet och till vad den bildade fällningen är uppbyggd av (jfr Johnstone, 1991 s.77). Det går inte att med enbart sinnen dra några slutsatser om att det är fria joner lösta i vatten som arrangerats om i ett kristallint mönster, och detta p.g.a. attraktionskraften mellan olika laddade joner, som är den bakomliggande orsaken till den synliga ”gröten”. Inte heller att gröten är en kemisk förening och inte ett grundämne eller en blandning av olika ämnen. I det perspektivet blir kopplingen mellan makro- och mikronivå vid observationer av kemiska reaktioner direkt avgörande för att skapa mening i det eleverna observerar. Orsaken till att en ”gröt” uppstår i provröret, och vad gröten består av, kan endast förstås och förklaras med hänvisning till den osynliga mikronivån. Läraren vet rimligen att skeenden på mikronivå är tillgängliga för våra sinnen endast via indikationer på makronivå, men det ser ut som om han tar för givet att detta kan presentera sig själv för eleverna.

Genomgångarna – Lärarens genomgångar under lektionerna fokuserar vad som händer på mikronivå i den specifika kemiska fällningsreak-

tionen (ruta B, fig. 1), men också ett tillvägagångssätt, där man med hjälp av periodiska systemet och kemiska formler kan kommunicera dessa händelser. Men laborationerna utgör här bakgrund och observation och teori behandlas på detta sätt var för sig. Under den uppföljande genomgången kopplar inte läraren mikronivåns händelser och formelskrivandet för dessa till observationerna. Precis som laborationerna präglas alltså genomgången av ett ensidigt nivå-fokus och därmed en avsaknad av explicita kopplingar till den motsatta nivån. Den svaga kopplingen mellan makronivåns observationer och mikronivåns förklaringsmodeller (se ovan) gör det också svårt för eleverna att förstå fällning och lösning som begrepp d.v.s. något som kan förstås på en generell nivå. Genomgångarna ger sålunda endast svaga möjligheter för eleverna att utveckla ett seende som handlar om att kunna förstå, bedöma och tolka det de ser.

Eftersom inga aspekter av begreppet löslighet fokuseras, d.v.s. att olika salter är olika lösliga i vatten, och tar dessutom olika lång tid att lösa till dess jämvikt nås, varken under laborationerna eller under de efterföljande genomgångarna, blir det svårt för eleverna att utveckla ett seende som handlar om att, på generell makro- och mikronivå, kunna tolka och bedöma en lösnings status; hur kan man förklara observationerna av att en lösning (vilken som helst) blir grumlig, eller inte grumlig, när man löser upp en jonförening (vilken som helst) i vatten? Detta blir speciellt tydligt under den andra laborationen där en giltig förklaring av den klara kaliumjodidlösningen och de grumliga blylösningarna kräver att begreppet löslighet beaktas, d.v.s. den kräver förklaringar på mikronivå (specifik och generell, ruta D och B, fig. 1) i termer av att olika jonföreningar är olika lösliga och att kaliumjodid är mer lösligt än blyjodid. För att det didaktiskt möjliga innehållet ska kunna göras tillgängligt för eleverna krävs dessutom att begreppet mättad lösning uppmärksammas.

Den förklaring på mikro-generell nivå som läraren i genomgången efter den första laborationen erbjuder (joner spjälkas) förklarar bara själva observationen av upplösningen av utgångslösningarna. Den har alltså en begränsad tillämpbarhet vid observationerna av dessa lösningar, och kan ur det perspektivet möjligen försvåra elevernas förståelse av vad det egentligen är de observerar. Å andra sidan visar detta exempel på den svårighet det innebär att som lärare försöka "isolera" ett valt fenomen (utfällning) från den mångfald av aspekter som omger det (bl.a. löslighet).

Det som ur ett didaktiskt perspektiv kan försvåra kopplingen mellan mikro- och makronivå är alltså att en giltig förklaring av observationerna kräver att flera begrepp tas i bruk. För att förstå varför vissa lösningar

är grumliga eller varför just silver- och kloridjonerna bildar en fällning (och inte natrium- och nitratjonerna) krävs en introduktion av begreppet löslighet. Men eftersom detta begrepp inte fokuseras i undervisningen får eleverna inte stöd för att förstå och förklara hela det sammanhang som deras laborationer didaktiskt har möjlighet att göra. Det krävs inte bara att själva begreppet löslighet, tillsammans med upplösning och utfällning, behöver tas i bruk, utan dessutom att dessa begrepp relateras till varandra (mikronivå) och till de gjorda observationerna (makronivå) för att en sammanhängande ”saga” ska kunna berättas. Det seende eleverna har möjlighet att utveckla blir därmed begränsat eftersom de inte blir erbjudna möjlighet att mera fullständigt kunna tolka och bedöma det de observerar.

Att lärarens inte fokusera alla dessa aspekter kan man tolka som att han inte betraktar dem som viktiga om laborationerna syftar till att låta eleverna möta och beskriva fenomenet utfällning. Det skulle också kunna förstås som att han bedömer att dessa aspekter försvårar vägen fram till själva målet genom att de gräver för stora sidospår; hellre en ofullständig, men rak och ospretig, saga än en fullständig men omständlig saga där eleverna riskerar att gå vilse på vägen till målet.

Lärarens kan snarare antas använda laborationerna som illustration till de modeller och formler som tas upp efter genomförda laborationer. Detta är också begripligt i relation till dominerande uppfattningar inom naturvetenskapen, där verkligheten anses kunna förnimmas direkt och av vem som helst (Bergkvist & Säljö, 1994).

Sammanfattningsvis karakteriseras laborationerna av att innehållet fokuserar på makronivån, och att kopplingar till mikronivån tas för givna och inte blir explicit framlyfta. Teorigenomgången å andra sidan behandlar enbart mikronivån och relaterar på motsvarande sätt inte förklaringar och formler till observationer och beskrivningar under laborationerna.

4.2 Vad ser eleverna? – Lärarens guidning och relationen mellan specifik och generell nivå i undervisningen

Även de två laborationernas respektive observationer och beskrivningar behandlas var för sig och utan att kopplingarna dem emellan blir explicitgjorda. Eleverna får inte hjälp med att identifiera gemensamma synliga attribut hos fällningarna eller jonlösningarna för att nå ett seende på en mer generell makronivå, d.v.s. att blyjodidfällningen är precis som silverkloridfällningen grötig; alla fällningar är grötiga. Eleverna får inte hjälp att lära sig urskilja kriterier för lösning och fällning som begrepp.

Det seende eleverna får möjlighet att utveckla i relation till dessa begrepp är med andra ord ett makro-specifikt seende (ruta A, fig. 1). Däremot begränsas elevernas möjligheter att tolka kommande eller tidigare observationer av lösningar eller fällningar, exempelvis upplösning av koksalt i potatisvatten eller utfällning av kalk i strykjärnet, som just specifika exempel på dessa begrepp.

I den andra laborationen är det jonlösningarnas utseende efter upplösning som ställs i fokus för observationerna, och läraren konstaterar att de ser olika ut. Eftersom blylösningarna är sämre lösliga (grumliga) än kaliumjodidlösningen (klar) och dessutom färgade skulle det i denna situation kunna vara möjligt för eleverna att få hjälp att iakttaga variationen mellan olika lösningar av jonföreningar, och därmed att utveckla ett seende som på generell nivå handlar om att kunna tolka och bedöma en lösningens status. Men eftersom läraren inte förklarar hur lösningarnas skilda utseende ska tolkas (de har olika löslighet) blir det inte möjligt för eleverna att erfa denna didaktiskt potentiella variation. De erbjuds således inte det nödvändiga redskap som behövs för att på en generell nivå kunna förklara skillnader i utseende hos olika jonlösningar d.v.s. att kunna urskilja kriterier för löslighet som begrepp. Därmed blir relationen mellan det som kan ses för blotta ögat och hur man kan tolka detta med hjälp av kemiska förklaringar bristfällig.

Även de specifika förklaringarna på mikronivå av de två laborationerna behandlas utan att kopplingar dem emellan blir explicit framlyfta. Eleverna får inte hjälp med att relatera respektive förklaringar till varandra för att nå en förståelse för de gemensamma principer som förenar dem d.v.s. att nå en förståelse av mikro-generell karaktär (ruta D, fig. 1) vad gäller de observerade fenomenen. I relation till lärarens förklaringar av laboration 1 finns en antydning till att försöka lyfta förklaringen från specifik till generell nivå; ”när man löser en jonförening så spjälkas det ju upp i lösningen” och ”joner med motsatt laddning attraherar varandra”.

4.3 Undervisningens karaktär och mål – några slutsatser

Sammanfattningsvis karakteriseras laborationspraktiken av att innehållet fokuserar på den observerbara makronivån där färg och konsistens speciellt fokuseras och att kopplingar till den osynliga mikronivån inte blir explicit framlyfta. Möjligen för att de tas för givna. Observationer och beskrivningar behandlas inte i termer av att identifiera indikationer, och eleverna erbjuds därför inte det som kan ses som förutsättningen för ett lärande som handlar om att tolka vad en observation på makro-

nivå indikerar på mikronivå. Genomgångarna å andra sidan behandlar enbart mikronivån och relaterar på motsvarande sätt inte förklaringar och formler till observationer och beskrivningar under laborationerna. Både laborationer och genomgångar tar fasta på det specifika fenomenet och utan att identifiera gemensamma, generella attribut och principer hos de olika laborationernas observationsbeskrivningar och förklaringar. Aspekter av generell karaktär (ruta B och D, fig. 1) blir alltså inte framlyfta. Det konstituerade innehållet karakteriseras därmed av svaga och implicita kopplingarna mellan de olika nivåerna. Relationen mellan makro- och mikronivå blir inte verbaliserade eller på annat sätt fokuserad i undervisningen. Undervisningsinnehållet domineras med av den makrospecifika nivån under laborationerna och den mikrospecifika nivån under genomgångarna (ruta A och B, fig. 1). Laborationerna utgör på detta sätt en skild praktik – en laborationspraktik – där målet förefaller vara att få eleverna att lära sig känna igen olika specifika fällningar. Genomgångarna som präglas av beskrivningar och förklaringar på mikronivå framstår då som en annan praktik – en teoripraktik – där målet är att eleverna ska lära sig behärska det kemiska formelskrivandet. I relation till vårt analytiska antagande; om eleverna ska kunna lära sig se, behöver de utveckla en förmåga att förstå att det flinns olika nivåer (jfr Figur 1), samt förstå hur dessa är relaterade till varandra – framstår det didaktiskt möjliga kunskapsinnehållet som svagt utnyttjat. Det seende eleverna i denna undervisning har möjlighet att utveckla, handlar därför mer om en förmåga att känna igen (t.ex. en fällning av silverklorid) än att förstå vad det är de ser i kemisk mening.

Men hur står vårt analytiska antagande i relation till undervisningens förmodade mål? Eftersom denna analys bygger på endast två lektioner i en serie omfattande drygt 20 lektioner, är det inte möjligt att på basen av ovanstående analys urskilja lärarens mål med laborationerna. Genom att laborationerna och genomgångarna framstår som skilda praktiker ger de dock en antydning om att läraren genom de specifika exemplen, snarare än de generella principerna, betraktar experimentet som ett sätt att introducera och illustrera ett fenomen – att låta eleverna att få en bild av hur exempelvis en fällning bildas och ser ut. Jenkins argumenterar för laborationens betydelse just för att uppnå en känsla och erfarenhet av ett fenomen, "...a feel for phenomena, a building up of experience about natural phenomena that science seeks to understand and explain" (Jenkins, 1999, s. 29). Syftet med experimentet blir då inte att tolka observationerna i begreppslika termer d.v.s. att använda laborationen för att genom samtal identifiera *gemensamma principer* på mikronivå och *gemensamma egenskaper* på

makronivå för de observerade fenomenen. Skälen till ett sådant förhållningssätt kan man förstå utifrån förhärskande traditioner i naturvetenskaplig undervisning där elever och lärare fokuserar det konkreta experimentet, och där lärandet är inriktat mot det proceduriella och observerbara. ”Experimentet är utgångspunkten och objektet för lärandet /.../ [snarare än] helheten av fenomenet” (Dimenäs, 2001, s. 229).

En sådan syn på lärandet förklarar också uppkomsten av de skilda innehållsliga praktikerna. Teoripraktikens beskrivningar och förklaringar blir inte nödvändig för att observationerna ska kunna fungera som utgångspunkt för utvecklingen av ett seende som handlar om att känna igen något som en fällning (makrospecifik nivå). Laborationspraktikens observationer är inte heller en förutsättning för att den teoretiska praktiken ska bli meningsfull i betydelsen kunna skriva korrekta reaktionsformler för utfällning av jonföreningar (mikrogenerell nivå). Om målet med undervisningen är att i första hand utveckla ett lärande som handlar om just detta, och där laborationens roll är att ge erfarenhet av att observera en specifik fällningsreaktion snarare än att utveckla ett seende och förstå det sammanhang som detta fenomen ryms inom, kan makro- och mikronivå behandlas var för sig och utan att relationen dem emellan behöver explicitgöras.

Referenser

- Andersson, B. (2008). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap – forskningsresultat som ger nya idéer*. Lund: Studentlitteratur.
- Bergkvist, K. & Säljö, R. (1994). Conceptually blindfolded in the optics lab. Dilemmas of inductive learning. *European Journal of Psychology of Education*, 9(2), 149-158.
- Berg, A., Löfgren, R., & Eriksson, I. (2007) Kemiinnehåll i undervisningen för nybörjare. En studie av hur ämnesinnehållet får konkurrera med målet att få eleverna intresserade av naturkunskap. *Nordina*, 3(2), 146-162
- Carlgrén, I. (1999). Skolarbetet som en särskild slags praktik. Ingår i I. Carlgrén (red.). *Miljöer för lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Dimenäs, J. (2001). *Innehåll och interaction. Om elevers lärande i naturvetenskaplig undervisning*. Göteborg studies in educational sciences 154. Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Eriksson, I., Arvola Orlander, A., & Jedemark, M. (2005). *Varierande undervisningspraktiker i timplanlösa skolor – likvärdiga förutsättningar för elevers lärande?* Rapport 4/2004, Stockholm: LHS förlag & Centrum för skolans kunskapsinnehåll i praktiken.

-
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds). *Multiple representations in chemical education*. Springer Science+Business Media B.V. (1-10)
- Goodwin, C. (1997). The blackness of black: Color categories as situated practice. In L.B. Resnick, R. Säljö, C. Pontecorvo & B. Burge (Eds). *Discourse, tools and reasoning: Essays on situated cognition*. Berlin: Springer.
- Gunnarsson, G. (2007). *Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner*. Studies in Science and Technology Education, No 24. Linköping University.
- Jenkins, E. W. (1999). Practical work in school science – some questions to be answered. In: J. Leach, J. & A. C. Paulsen (Eds). *Practical work in science education: recent research studies*. Roskilde University Press, Gylling, Denmark. (19-32)
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Lidar, M., Lundqvist, E., & Östman, L. (2006). Teaching and learning in the science classroom – The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*, 90(1), 148-163.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Philadelphia: Open University Press, USA.
- Sjöberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Säljö, R. (1992). Kontext och mänskligt samspel. Ett sociokulturellt perspektiv på lärande. *Utbildning och Demokrati*, 1(2), 21–35.
- Wickman, P-O. & Östman, L. (2002). Induction as an empirical problem: How students generalize during practical work. *International journal of science education*, 24(5), 465-486.