

Ökad förståelse för kemi genom arbete med bilder

Ylva Dahlman^{1*} Mats Boman²

¹SLU, Institutionen för stad och land, Box 7012, 75002 Uppsala

²Uppsala Universitet, Institutionen för materialkemi, Box 538, 75121 Uppsala

*ylva.dahlman@sol.slu.se

Abstract

Specific art activities were introduced at the chemistry program at Uppsala University during the academic year 2006/07 at three different university levels: a) the preparatory year for natural science students, b) the seventh semester in the chemical engineering program, and c) the PhD program. During 2007/08, the seventh semester activities were repeated (with some alterations). The background is that many students are capable of learning what the textbook says, but a considerable number still lack the necessary insight to comprehend the subject. This project tries a different pedagogical approach—one which not only permit students to articulate what they have learned, but also allow them to demonstrate their *understanding*.

Many of the students who have participated in the project have now been able to formulate *what they do not understand* and, by so doing, increase their knowledge.

Key words

Chemistry Students, Art Activities, Problem Solving

Sammanfattning

Bildskapande moment infördes 2006/07 på kemiingenjörsprogrammet vid Uppsala universitet på tre olika nivåer: a) naturvetenskapligt basår, b) termin sju och c) forskarutbildning.

2008/09 upprepades studien på termin sju med några förändringar. Bakgrunden är att många studenter har problem med att på djupet förstå centrala fenomen inom kemin. De flesta kan lära sig vad som står i läroböckerna, men alltför många saknar den insikt som krävs för att kunna förstå. I det här projektet prövas en pedagogisk variant som artikulerar studenternas *förståelse* och inte bara det de har lärt sig. Arbete med bilder har tidigare tillämpats med goda resultat vid SLU och har presenterats genom Ylva Dahlmans forskning.

De studenter som deltog i projektet fick ett redskap att formulera *det som de inte förstår* och därigenom har deras kunskap ökat.

Nyckelord

Kemistudenter, bildarbete, problemlösning

Innehållsförteckning

Abstract	1
Key words	1
Sammanfattning	1
Nyckelord	1
Innehållsförteckning	2
Introduktion	3
Metod	3
Naturvetenskapligt basår	4
Bakgrund	4
Avdramatiserande övningar	5
Att försöka förstå molbegreppet	6
Att kommunicera och diskutera naturvetenskapliga problem	7
Resultat	8
Studenternas utvärdering	8
Kemilärarens utvärdering	10
Slutsatser för projekt 1	10
Termin sju	11
Bakgrund	11
Avdramatiserande övningar	12
Att skärpa sin iakttagelseförmåga	14
Att försöka förstå begreppen reciproka rymden och kikuchilinjer	14
Att kommunicera och diskutera naturvetenskapliga problem	15
Resultat	16
Studenternas reflektioner	16
Kemilärarens reflektioner	18
Slutsatser för projekt 2	19
Forskarutbildning	19
Avdramatiserande övningar	19
Att försöka förstå gitterfransar och atomplan	20
Resultat	20
Studenternas synpunkter	20
Professorns synpunkter	20
Slutsatser för projekt 3	21
Slutsatser och diskussion	21
Tid	21
Attityd och nytta	22
En kort förklaring	23
Referenser	23

Introduktion

Det här projektet har sitt ursprung i konkreta pedagogiska problem inom kemiutbildningen vid Uppsala universitet. Mats Boman, professor i materialkemi, har ofta upplevt att många studenter har problem med att på djupet förstå centrala fenomen inom kemin. De flesta kan lära sig vad som står i läroböckerna, menar han, men alltför många saknar den insikt som krävs för att kunna förstå kemin. Ett exempel är från kursen Materialanalys 5p där det införs flera svåra begrepp och där oftast mindre än hälften av studenterna förstår så mycket att de kan svara rätt på frågor om dessa begrepp. *Reciproka rymden* är ett exempel och den definieras som "en uppsättning imaginära punkter konstruerade på så sätt att riktningen av en vektor från en punkt till en annan sammanfaller med vinkelräta plan i normala rymden och punkternas separation är lika med inversen av planens avstånd". Typiska avstånd är avstånd mellan atomer. Eftersom reciproka rymden är en tänkt rymd så kan den inte avbildas som en enkel figur i en lärobok utan beskrivs vanligtvis med ekvationer. Begreppet är komplext och studenterna matas med matematiska övningar så att de tränas att använda begreppet, men förståelsen blir ofta mekanisk.

Under flera år har man på Materialkemiska institutionen försökt att utveckla ett annat sätt att förtydliga svåra begrepp som till exempel reciproka rymden så att fler studenter förstår teorin och kan använda sig av den. Som ett led i denna strävan ville man pröva en pedagogisk variant som artikulerar studenternas *förståelse* och inte bara det de har lärt sig. Valet föll på arbete med bilder, som tillämpats med goda resultat vid SLU och som har presenterats genom Ylva Dahlmans forskning (Dahlman, 2004 och 2007b).

Studien genomfördes inom kurser på tre olika nivåer och är därför indelad i tre delprojekt, som redovisas var för sig under respektive rubrik. Samlade slutsatser presenteras avslutningsvis under rubriken Slutsatser och diskussion. Projektet har också resulterat i ett stort antal bilder, som inte redovisas i den här rapporten, men som återfinns i de konferenspapers som projektet har resulterat i (Dahlman & Boman, 2008a och 2008b).

Projektets syfte har varit att undersöka om bildarbete kan påverka kemistudenters förståelse för centrala fenomen och begrepp inom kemi.

Metod

Metoden har varit att låta studenterna genomföra ett antal övningar och därefter delge sina reflektioner i muntlig och skriftlig form. De undervisande lärarna i kemi har redogjort för sina reflektioner i skriftlig form och Dahlman har observerat deltagarna under pågående arbete.

De bildskapande momenten infördes under läsåret 2007/08 på tre olika nivåer:

- a) naturvetenskapligt basår,
- b) termin sju på kemiingenjörsprogrammet och
- c) forskarutbildning.

Under 2008/09 upprepades studien med studenter på termin sju med några förändringar.

Kurserna valdes utifrån tanken att pröva pedagogiken på tre så olika nivåer på universitetet som möjligt.

Totalt har 65 studenter deltagit i studien och de fördelar sig på följande sätt mellan delprojekten:

Naturvetenskapligt basår – 33

Termin sju – 22

Forskarutbildning: 10

Bildövningarna, som beskrivs i samband med de kurser där de har genomförts, har utvecklats utifrån tre olika kategorier:

1. Avdramatiserande övningar
2. Avbildande övningar
3. Kunskapsutvecklande övningar

Naturvetenskapligt basår

Bakgrund

Det första delprojektet genomfördes alldeles i början av studenternas utbildning. I själva verket vet vi inte om någon av deltagarna kommer att välja just kemi för sina universitetsstudier, men under det naturvetenskapliga basåret ingår kemi som ett förberedande ämne. Basåret är en gymnasieutbildning som bedrivs vid universitetet och som ger kursdeltagarna behörighet till naturvetenskapliga utbildningar. Strukturen på det tekniskt/naturvetenskapliga basåret vid Uppsala universitet är att fyra ämnen läses parallellt i tvåtimmarslektioner.

Delprojektet innebar vissa svårigheter genom att medverkan i övningarna var obligatorisk och att deltagarna var synnerligen varierade med avseende på såväl ålder som bakgrund och utvecklingsnivå. Tidigare genomförda studier har bestått av studenter som dels hade kommit längre inom sina naturvetenskapliga utbildningar och som dels deltog frivilligt i övningarna (Dahlman 1998 och 2004). I studier där deltagandet har varit obligatoriskt har studenterna haft bilden som ett av sina uttrycksmedel redan innan. Det har då skett inom arkitektur och bildpedagogik (Dahlman 2007a).

Vi befarade att vissa deltagare redan från början skulle ställa sig negativa till hela idén och lade därför extra stor vikt vid att presentera och introducera momentet. Läraren i kemi var den som förberedde deltagarna genom att presentera momentet och gästlärarens kompetens på ett tidigt skede. Han ville tydligt markera att det ur hans synvinkel skulle utgöra en förbättring av kursen. Den första lektionen inom projektet inleddes också med en kortare föreläsning som hade till syfte att sätta in bildarbete i ett större naturvetenskapligt sammanhang och specifikt visa exempel på bilders betydelse inom kemiforskning.

Bildprojektet inföll i kursen Kemi A vid en tidpunkt då kemiläraren menade att många studenter fastnar i sin förståelse av det centrala begreppet *mol*.

Övningarna genomfördes vid tre olika tillfällen:

Fredagen den 27/10 kl. 10 – 12

Tisdagen den 31/10 kl. 15 – 17

Torsdagen den 9/11 kl. 10 – 12

De övningar som genomfördes bygger kronologiskt på varandra och kan delas in i tre steg:

- 1) avdramatiserande övningar vars främsta syfte är att släppa eventuell prestationsångest,
- 2) att försöka förstå mol-begreppet, det vill säga övningar som anknyter till ett specifikt naturvetenskapligt begrepp
- 3) att kommunicera och diskutera naturvetenskapliga problem.

I det här kapitlet beskrivs och kommenteras samtliga övningar och resultat.

Avdramatiserande övningar

Projektet innehöll tre avdramatiserande övningar: Roterande kamratporträtt, Att avbilda det osynliga och Jag läser naturvetenskapligt basår därför att det....

Roterande kamratporträtt

Beskrivning: Alla sitter mitt emot varandra och avbildar den som sitter mitt emot. Efter ungefär 2 minuter flyttar alla ett steg åt höger, men papperet ligger kvar. De fortsätter att rita av den person som nu sitter mitt emot och på den redan påbörjade teckningen. Efter en kort stund flyttar alla igen och detta fortsätter tills alla har tecknat på alla papper. Slutligen signerar alla varsin bild och sätter upp den på väggen. Syftet är att alla deltagare på ett lekfullt sätt ska börja teckna.

Resultat: Övningen lockade till munterhet. Koncentrationen och målmedvetenheten ökade efter hand. Alla ritade på allas bilder, alla fick sätta sin signatur och hänga upp en bild.

Kommentarer: Lokalen var inte lämpad för övningen, men den fungerade ändå hyfsat bra. Övningen lockade till många glada skratt, både under själva tecknandet och när alla bilder exponerades på väggen. Sammantaget ledde detta till en god stämning och ett mindre prestationsfyllt tecknande, vilket är nödvändigt för att kunna genomföra de senare övningarna. I utvärderingen visade det sig att fler ansåg att övningen var meningslös än meningsfull. Det beror troligen på att den inte hade något tydligt samband med kemikursen.

Att avbilda det osynliga

Beskrivning: Övningen innebär att teckna en bild av *vrede* och en bild av *lugn* utan att använda medvetna symboler. Bilderna hängs upp på väggen och deltagarna diskuterar likheter och skillnader. Syftet är att träna förmågan att visualisera något abstrakt i en bild.

Resultat: Vrede och lugn avbildades på helt olika sätt, men många bilder av vrede liknade varandra liksom bilderna av lugn hade starka släktskap. Vrede utgick i vassa former från ett centrum i bilden och lugn avbildades med en horisontell riktning eller en cirkulär form.

Kommentarer: Att deltagarnas bilder av samma begrepp var liknande visar på ett välkänt fenomen nämligen att vi har likartade föreställningar om hur begrepp som *vrede* och *lugn* presenteras i bild (Edwards, 1987, 76-105). Övningen uppfattades som mer meningslös än meningsfull av deltagarna. Förmodligen beror det på att

den inte har något synligt samband med kemikursen, vilket för flera av de här deltagarna verkade vara nödvändigt.

Jag läser naturvetenskapligt basår för att det

Beskrivning: I den här övningen skulle deltagarna välja ett eller flera ord, som utifrån deras synvinkel fullbordar den rubricerade meningen och därefter göra en teckning på 5 minuter av sitt begrepp. De färdiga bilderna hängdes upp och var en berättelse vilket begrepp som bilden visade.

Resultat: De begrepp som deltagarna valde passade inte alltid direkt in i meningen, men med en enkel omskrivning fungerar det. Här följer några av de ord som deltagarna valde.

Jag läser naturvetenskapligt basår för att det

- är nödvändigt
- är bra/ bra att ha
- är så illa tvunget
- är trevligt
- är nyttigt
- är vidareutvecklande
- är ledande
- leder till pengar/ framtid/ utbildning
- öppnar flera möjligheter

Det vanligast använda begreppet, 8 av 28 var *nödvändigt*. Många uttryckte muntligt att basåret var något nödvändigt ont.

Kommentarer: Övningen var snabb och koncentrerad. Genom bilden och ordet blev det tydligt varför kursdeltagarna läste det naturvetenskapliga basåret och de blev ett sätt att placera sig själv och sin utbildning i ett större sammanhang. Därför uppfattades den också som mer meningsfull än de två tidigare övningarna.

Att försöka förstå molbegreppet

Projektet innehöll två övningar för att fördjupa förståelsen av molbegreppet: Att måla *mol* och att måla *mol i kombination* med något annat.

Att måla mol

Beskrivning: Övningen börjar med att alla får varsin lapp med ett ord på och en instruktion att hålla ordet hemligt. På alla lappar står ordet *mol*.

Var och en målar sin uppfattning av begreppet under 15 minuter och de uppmanas att inte använda medvetna symboler. Alla bilder hängs upp på väggen och ordet hålls fortfarande hemligt.

Syftet är att visa hur lika eller olika vi uppfattar och förstår samma begrepp.

Resultat: Av de 27 bilder som gjordes kan man se vissa likartade mönster. 6-7 av bilderna har en rund dominerande form i mitten av bilden, 6 bilder visar tydligt tre separata enheter och tre bilder visar någon form av balansvåg.

Kommentarer: Samtliga deltagare genomförde uppgiften, en student missuppfattade ordet och ett par frångick instruktionerna och gjorde föreställande symbolfyllda teckningar. Övningen uppfattades som ganska meningsfull.

Mol i kombination

Beskrivning: Mol är ett begrepp som har större betydelse om det kopplas ihop med något annat. Fyra kombinationer presenterades för deltagarna och de ombads att välja en som de därefter skulle måla en bild av under 15 minuter.

Kombinationerna var följande:

Mol + reaktionsformel, Mol + massa, Mol + atomär massenhet och Avogadros tal

I grupper om 3-4 personer, som alla hade valt samma begrepp, diskuterades bilderna. Instruktionen var att först jämföra bilderna av enbart begreppet *mol* och diskutera vad som skiljer dem åt, vad som förenar dem och vad det kan betyda. Därefter skulle bilderna av begreppskombinationerna diskuteras. Syftet med övningen var att den som har gjort bilden skulle få hjälp att förstå mer genom de andras frågor. Det var alltså inte fråga om att bedöma varandras bilder. Bilderna presenterades slutligen gruppvis och varje grupp berättade om sin begreppskombination för klassen.

Resultat: Fördelningen mellan de fyra kombinationer blev att 14 personer valde *Mol + reaktionsformel*, 6 personer valde *Mol + massa*, en *Mol + atomär massenhet* och två personer valde *Avogadros tal*. Dessutom valde tre personer att visualisera en kombination av alla fyra. Bilderna gjordes under stor koncentration och visade en stor variation av färger och former.

Kommentarer: Övningen hade sin styrka i diskussionen, som var livlig och engagerad. Här ser vi en jämn fördelning mellan uppfattningar om övningens betydelse.

Att kommunicera och diskutera naturvetenskapliga problem

Projektet innehöll två övningar som fokuserar på att kommunicera svårigheter: Att i bild formulera något som är oklart och att diskutera någon annans problem.

Att i bild formulera något som är oklart

Beskrivning: Deltagarna formulerade individuellt i text något som de tyckte att var svårt inom kemikursen. Texten skulle vara möjlig för någon annan att förstå. Därefter bytte de text med någon annan och målade eller tecknade en bild av det som stod på lappen under 10-15 minuter. Bilderna placerades utom synhåll och texterna lämnades tillbaka. Därefter målade varje deltagare en bild av sin egen text.

Resultat: Deltagarna arbetade målmedvetet med att försöka visualisera den andras eller sin egen frågeställning.

Kommentarer: Under arbetet med bilderna uppstod ibland frågor på grund av till exempel svårtydda handstilar, men det löstes smidigt under arbetets gång. Studenternas uppfattning av övningen var övervägande negativ, vilket kan tyckas förvånande eftersom utvärderingen gjordes efter diskussionsmomentet.

Att diskutera någon annans problem

Beskrivning De båda frågeställningarna diskuterades i de par som bytt texter med varandra. Instruktionen var att arbeta med en frågeställning i taget och de båda bilder som föreställde den. På så vis var det lättare att inte blanda ihop frågorna. Varje par formulerade slutligen ett påstående och en fråga som de presenterade högt inför klassen. Övningen tog 20 minuter.

Resultat Diskussionerna blev mycket intensiva och många ville diskutera sina frågeställningar med kemiläraren.

Kommentarer

Bra diskussion som kunde ha pågått betydligt längre än 20 minuter. Grupperna ville prata med kemiläraren om svåra saker som de inte förstod. Det här momentet är det som i högsta grad uppskattades av studenterna, vilket är begripligt eftersom det direkt handlade om deras egen kunskap inom det ämne de studerade.

Resultat

Studenternas utvärdering

En tid efter att momentet var avslutat delade kemiläraren ut en skriftlig utvärdering av de tre lektionerna med bildövningar. Utvärderingen bestod av tre frågor, gradering av de olika övningsmomenten samt utrymme för övriga kommentarer. Samtliga 19 närvarande fyllde i och lämnade in utvärderingen. En svarade inte på frågorna utan bara på graderingen av momenten. Syftet med utvärderingen var att se hur mycket deltagarna hade kunnat ta till sig under den korta tiden samt hur de uppfattade övningsmomenten och dess relevans.

Den första frågan var: *Vad har du uppfattat som syftet med bildmomentet?* Svaren kan grovt delas in i två kategorier: i) att förbättra förmågan att tänka, minnas eller förstå, ii) att lära sig mer om kemi eller själva molbegreppet. Av 18 inlämnade utvärderingar fanns 11 svar inom den första kategorin, fyra inom den andra och tre svar var oanvändbara.

Exempel på svar ur kategori 1:

Att få en bild av begrepp som annars är svåra att hantera
Att ta fram kunskaper som sitter långt inne som man inte visste att man hade
Att öka förståelsen för komplicerade begrepp
Att genom bilder öka förståelsen för ett abstrakt begrepp

Exempel på svar ur kategori 2:

En ökad förståelse för begreppet mol

Den andra frågan var: *Anser du att syftet uppfylldes?*

Svaren kan grovt delas in i följande kategorier: i) nej, ii) inte fullt ut på grund av för kort tid, iii) ja, till viss del. Av 18 inlämnade svar fanns 8 inom den första kategorin, tre inom den andra, 5 inom den tredje och två svar var oanvändbara.

Exempel på svar ur kategori 1:

Nej, vi gjorde inga relevanta övningar som gick att dra paralleller till kemin och pedagogiken

Nja, tror inte det, jag förstod molbegreppet mer när man räknade med det på en tenta

Inte alls. Jag anser ej att de tre lektionerna innehöll något över huvudtaget som skulle kunna räknas som tillnärmelsevis användbart för en som studerar.

Exempel på svar ur kategori 2:

Pga för lite tid tyckte jag att det inte uppfylldes fullt ut

Syftet uppfylldes till viss del, hade gärna haft mer tid att jobba med momentet

Exempel på svar ur kategori 3:

Ja till viss del, minns de saker jag målat och kommer ihåg det bättre

Jo, det blev ju lite klarare med att alla fick förklara hur de hade tänkt

Den tredje frågan var: *Tror du att arbete med bilder kan påverka din förståelse för kemi och andra naturvetenskapliga begrepp?*

Svaren kan grovt delas in i följande kategorier: i) nej, ii) kanske och iii) ja. Av 17 inlämnade svar fanns 6 inom den första kategorin, tre inom den andra och 8 inom den sista.

Exempel på svar ur kategori 1:

Nej. Jag tycker det var bortkastad tid

Nej, helt uppenbart inte

Inte flummiga bilder som inte föreställer någonting. Att få se riktiga bilder är så mycket bättre, som att få se experiment utföras

Exempel på svar ur kategori 2:

Kanske, men då kanske med professionella bilder

Jag tror att det krävs mer övning och att man ska vara mer spontan. Det är svårt att tänka ut något bra på bestämd tid. Sitter man många som gör samma sak kan man lätt bli distraherad och titta på vad de har ritat i stället

Exempel på svar ur kategori 3:

Det kan skapa förståelse för problemet som ligger framför en

Absolut, bara man praktiserar det regelbundet och seriöst

Ja, varför inte? Komplement till traditionell undervisning är alltid bra

Utvärderingen innehöll också plats för övriga synpunkter och där framkom bland annat följande:

- *Vi hade behövt kunna mer, inte känna att tid försvann som vi desperat behövde för att lära oss det som vi inte tagit in ännu.*
- *Skippa momentet och kör på vanlig, vettig undervisning i stället.*
- *Försök förklara mer på vilket sätt det skulle vara bra för eleverna att rita bilder...*
- *Jag tycker att man själv ska bestämma vad man vill göra en bild av. Vissa saker var lättare att komma ihåg en mening än att forma en bild. Jag tyckte att lektionerna var mycket roliga och varierande men jag fruktar att det skulle ta upp för mycket av min pluggtid.*
- *Helt meningslöst! Men.. det var trots allt ett mycket roligt inslag i kemin. Det var skönt att få göra något annorlunda och kreativt. Så även*

om det inte gav någonting rent vetenskapsmässigt skulle jag inte ångra det. Borde dock ha begränsats till två lektioner.

Kemilärarens utvärdering

Kemi läraren formulerade sina intryck skriftligt:

Som lärare fick jag en suverän överblick över vad studenterna har förstått och vad de inte förstått. Bilderna gav en djupare förståelse, det vill säga inte bara att de inte har förstått utan också varför. Vad var tröskeln och hur hög var den? Det gjorde att jag kunde lägga om undervisningen som annars tenderar att följa de duktigaste studenterna, det vill säga de som svarar på frågor, med andra ord. Man kom de svagare mycket närmare och fick en förståelse för vad som saknades i deras process att bygga upp en förståelse, och med det menar jag en förståelse på det djupare planet, inte utantillkunskap.

Att arbeta med bild tvingade studenterna att aktivera sig, för en del blev det för första gången. Det finns alltid de som följer med andra som kan lite bättre. Dessa (svagare) studenter blir ofta förvånade när de måste prestera ensamma. Här var de tvungna att göra det periodvis genom att reflektera över en problemställning på ett djupare sätt. När de sen gick över att arbeta i grupp fick de en bra respons från de andra. Dessutom märkte de att de kunde bidra till kunskapsmängden som de byggde upp.

Att arbeta med bild påverkade många, inklusive mig själv, på ett djupare sätt än traditionell undervisning. Jag låg länge på nätterna och tänkte igenom vad vi hade gjort. Det kändes som om någon hade rört om i hjärnan. Detta var något nytt för mig. På morgonen fanns inte dessa tankar. Kan det vara en ledtråd till mekanismen bakom bild och inlärande?

Slutsatser för projekt 1

De avdramatiserande övningarna blev särskilt problematiska genom att tiden var för kort för att ett tillitsfullt förhållande mellan studenter och lärare skulle hinna upprättas. Ett sådant förtroende är alltid nödvändigt för att uppnå bra undervisning. Om studenten inte kan lita på att övningar som vid en första anblick verkar meningslösa är förberedelser inför något viktigt, distanserar sig hon eller han från början och har svårt att ta till sig senare konkreta ämnesrelaterade moment.

Ett annat problem var att studenterna i många fall troligen inte var genuint intresserade av att lära sig kemin på djupet och därför hellre såg undervisning som var tillrättalagd för en framtida tentamen. Önskemål om till exempel mer räkning på lektionstid tyder på ett förhållningssätt som mer liknar gymnasiet än universitetet.

När ett antal studenter på det här sättet tvingas delta i ett pedagogiskt utvecklingsarbete måste man räkna med att somliga värjer sig redan från början. Det finns en oro för att tiden inte används på ett effektivt sätt och att traditionell undervisning nog trots allt är den bästa. I det här projektet hade professorn i ämnet lagt upp schemat och gjort bedömningen hur studenterna bäst skulle kunna

tillgodogöra sig kursinnehållet. Trots det fanns där en uttalad misstro mot att värdefull lektionstid användes till att göra bilder.

De flesta av deltagarna hade uppfattat syftet med övningarna. Glidningen mellan ett mer generellt syfte och ett specifikt kemi-/molinriktad syfte är begripligt eftersom så stor del av tiden ägnades åt just molbegreppet. De svar som har betecknats som oanvändbara svarar helt enkelt inte på frågan.

På frågan om huruvida man ansåg att syftet uppnåddes varierar svaren mellan ett försiktigt *ja* och ett kategoriskt *nej*. Att syftet inte uppfylldes förklaras av studenterna själva med tidsbrist och för dåliga förkunskaper. Bland dem som svarade *nej* dolde sig också studenter som helt avfärdade tanken på att bildövningar skulle kunna ha något med kemi att göra och som till och med antydde att läraren skulle ha dolda personliga syften med att genomföra projektet. Av de 17 studenter som svarade på frågan om huruvida arbete med bilder kan påverka förståelsen för kemi och andra naturvetenskapliga begrepp svarade 12 *ja* eller *kanske* och 6 stycken *nej*. Bland de övriga synpunkter och råd inför nästa kurs varierade svaren från att skaffa en bättre lokal till uppmaningen att ”skippa momentet och kör på med vanlig vettig undervisning”.

Kemiläraren menade att han genom studenternas bilder fick en suverän överblick över vad studenterna har förstått eller inte förstått och det gjorde att han kunde lägga om undervisningen som, han påstod, annars tenderar att följa de duktigaste och mest verbala studenterna. Genom bilderna och diskussionerna upplevde han att han kom mycket närmare de svagare studenterna och att han fick en förståelse för vad som saknades i deras process för att bygga upp en förståelse.

Den skillnad i uppfattning hos studenterna och läraren som visade sig kan bero på att läraren hade hela sammanhanget klart för sig från början. Studenterna kunde inte se nyttan med att göra en bild utan koppling till kemin, de kunde inte lita på att det hela skulle leda fram till något meningsfullt. Det hängde troligen samman med en alltför otydlig introduktion, vilket i sin tur berodde på för kort tid. När övningarna hade ett tydligt samband med kemiundervisningen var förståelsen större. Enligt läraren var diskussionerna mycket fruktbara och gjorde det möjligt att ge studenterna en bättre undervisning.

Termin sju

Bakgrund

Under läsåret 2006/07 infördes bildövningar vid fem olika tillfällen på totalt 12 timmar och under 2007/08 vid tre tillfällen och totalt 10 timmar. Det första året gavs kursen på engelska och det andra på svenska. Bildprojektet inföll i kursen Materialanalys, som ges den sjunde terminen på kemingenjörsprogrammet, vid en tidpunkt då kemiläraren menade att många studenter fastnar i sin förståelse av de centrala begreppen *reciproka rymden* och *kikuchilnjer*¹.

Övningarna genomfördes 2007:

Tisdagen den 6/2 08 – 10 och 13 – 17

¹ Resultaten från termin sju presenterades vid NU2008 i Kalmar under rubriken ”Ökad förståelse för kemi genom arbete med bilder” och vid 20th ICCE på Mauritius under rubriken ”Associative learning through art activities”.

Fredagen den 16/2 13 – 15
Tisdagen den 20/2 13 – 15
Onsdagen den 21/2 13 – 15

Övningarna genomfördes 2008:

Onsdagen den 6/2 13 – 17
Måndagen den 18/2 10 – 12
Torsdagen den 21/2 10 – 17

De övningar som genomfördes bygger kronologiskt på varandra och kan delas in i fyra steg:

- 1) avdramatiserande övningar vars främsta syfte är att släppa eventuell prestationsångest och att träna koncentrationsförmågan,
- 2) att skärpa iakttagelseförmågan
- 3) att försöka förstå begreppen reciproka rymden och kikuchilinjer, det vill säga övningar som anknyter till specifika naturvetenskapliga begrepp
- 4) att kommunicera och diskutera naturvetenskapliga problem.

I det här kapitlet beskrivs och kommenteras samtliga övningar och resultat.

Avdramatiserande övningar

Projektet innehöll fyra avdramatiserande övningar: Roterande kamratporträtt, Att avbilda det osynliga och Miller index

Roterande kamratporträtt

Beskrivning: Alla sitter mitt emot varandra och avbildar den som sitter mitt emot. Efter ca 2 minuter flyttar alla ett steg åt höger, men papperet ligger kvar. De fortsätter att rita av den person som nu sitter mitt emot och på den redan påbörjade teckningen. Efter en kort stund flyttar alla igen osv osv. Tills sist sätter alla sitt namn på en bild och sätter upp den på väggen. Syftet är att alla deltagare på ett lekfullt sätt ska börja teckna.

Resultat: Övningen lockade till munterhet. Koncentrationen och målmedvetenheten ökade efter hand. Alla ritade på allas bilder, alla fick sätta sin signatur och hänga upp en bild.

Kommentarer: Övningen lockade till många glada skratt, både under själva tecknandet och när alla bilder exponerades på väggen. Sammantaget ledde detta till en god stämning och ett mindre prestationsfyllt tecknande, vilket är nödvändigt för att kunna genomföra de senare övningarna. Övningen ledde till ökad iakttagelseförmåga.

Att avbilda det osynliga – energi/styrka och lugn

Beskrivning: Övningen innebär att teckna två abstrakta begrepp utan att använda medvetna symboler. Första året var det en bild av *energi/styrka* och en bild av *lugn* och andra året av *vrede* och av *lugn*. Bilderna hängdes upp på väggen och deltagarna diskuterade likheter och skillnader. Syftet är att träna förmågan att visualisera något abstrakt i en bild.

Resultat: Samma begrepp avbildades på ett likartat sätt av de flesta. Bilderna av energi visade exempelvis vassa former som utgick från ett centrum, vrede var svart och taggigt och lugn avbildades med en horisontell riktning eller en cirkulär form.

Kommentarer: Att deltagarnas bilder var likartade visar på ett välkänt fenomen nämligen att vi har likartade föreställningar om hur begrepp som *energi*, *vrede* och *lugn* artikuleras i bild (Edwards, 1987, 76-105). En av deltagarna sa att lugn är styrka och de bilderna skilde sig från de andras genom att de var mer lika varandra.

Att avbilda det osynliga – vetenskap och kreativitet

Beskrivning: Övningen innebär att först måla en bild av *vetenskap* och därefter en bild av *kreativitet* utan att använda medvetna symboler. Bilderna hängs upp på väggen och deltagarna diskuterar likheter och skillnader. Syftet är att träna förmågan att visualisera något abstrakt i en bild.

Resultat: Många avbildade de båda begreppen på ett likartat sätt, men bilden av kreativitet var i allmänhet mer hejdlös.

Kommentarer: Att de båda bilderna var likartade visar på att vi har en handstil också i vårt val av färger och linjer. Diskussionen pekade på att deltagarna i allmänhet skiljer på vetenskapligt arbete och kreativitet. En av deltagarna, vars bilder var påfallande lika, menade att det inte är någon skillnad på kreativitet och vetenskap.

Miller index – att måla något som man redan kan

Beskrivning: Övningen innebär att teckna eller måla den specifika Miller index-situationen (1,1,1). Den var inlagd för att se att alla verkligen kunde detta grundläggande och nödvändiga begrepp.

Resultat: Två av studenterna kunde inte artikulera begreppet i bild. De övriga gjorde bilder som påminde mycket om dem i läroboken.

Kommentarer: De två studenterna kunde fångas upp och fick direkt en genomgång med kemiläraren.

Miller index - begreppet

Beskrivning: Övningen innebär att de som hade klarat den förra uppgiften gick vidare med att måla begreppet Miller index. Därefter diskuterade deltagarna bilderna två och två.

Resultat: xxxxxx Det blev en intressant diskussion om huruvida Miller index är lika konkret som ett bord eller inte. Båda åsikterna förekom ganska bestämt.

Kommentarer: Miller index uppfattades som mycket svårare att måla än till exempel vetenskap som, enligt deltagarna, är ett begrepp som de har haft en uppfattning om länge. Miller index är däremot något som de har lärt sig som vuxna och då ligger den inlärda artikulationen och stör. Den är snarast omöjlig att komma förbi. Den här övningen kan också kategoriseras som en kunskapsutvecklande övning, men genom att den tar upp ett för studenterna välkänt begrepp har vi valt att presentera den i samband med den andra Millerövningen.

Att skärpa sin iakttagelseförmåga

Genom två övningar, Konturteckning och Bakgrunder, tränades deltagarna att skärpa sin iakttagelseförmåga.

Konturteckning

Beskrivning: Övningen består av tre steg: Konturteckning, modifierad konturteckning och porträtt.

Den första innebär att observera den ena handen, som placerats i knäet, och att fokusera på mötet mellan bakgrunden och handen. Deltagaren sitter med ryggen mot bordet och tecknar i 15 minuter utan att titta på papperet.

Den andra övningen, som sträcker sig över 10 minuter, utvecklas genom att deltagaren nu får titta på papperet men inte samtidigt flytta pennan.

Den tredje övningen innebär att under 30 minuter avporträttera en annan deltagare med hjälp av samma metod.

Resultat: Koncentrationen var stark under alla tre momenten.

Kommentarer: Otrolig koncentration och efterhand förbättrad iakttagelseförmåga. Metoden som introducerades redan på 1930-talet av Kimon Nicolaïdes (1969) och utvecklades av Betty Edwards (1982 och 1999) har visat sig vara en fungerande inlärningsmetod.

Bakgrunder

Beskrivning: Var och en får välja en liten plastfigur som ska avbildas i 21 små rutor ca 3x5 cm. Till sin hjälp har de en diabildsram så att de ska kunna maskera det som ligger utanför bilden. 2/3 av rutorna ska visa mellanrummen, resten får vara valfritt. Ingen ruta får innehålla hela figuren, men mot slutet kan de få bestå av mötet mellan två figurer. De som blev klara för tidigt fick fler rutor att träna på.

Resultat: Övningen tog 1 tim och efter 10 minuter var koncentrationen hög. Det var knäpptyst. God koncentration och intressanta små bilder.

Kommentarer: Bilderna kan liknas vid det man ser i ett mikroskop och som måste tolkas till en helhet. Deltagarna tyckte att momentet fick för lång tid.

Att försöka förstå begreppen reciproka rymden och kikuchilinjer

Måla det reciproka gittret

Beskrivning: Uppgiften var att avbilda två fenomen:

- Reella rymden och direkta gittret
- Reciproka rymden och reciproka gittret

Båda bilderna skulle göras på samma papper så att sambandet mellan reella rymden och reciproka rymden skulle beskrivas i bilden. Instruktionen var att i bilder beskriva sambandet för någon som inte känner till vedertagna symboler och termer.

Följande dag exponerades bilderna och kemiläraren ledde genomgången.

Resultat: Målet var att alla skulle ha klart för sig vad de här begreppen innebär. Var och en berättade om sin bild. Kemiläraren ritade och förklarade oklarheter och de övriga lyssnade, frågade och antecknade. Två av deltagarna kände inte alls till begreppen så läraren ägnade en

stor del av tiden till att ge dem en genomgång. De andra målade sina bilder och fick samtala med varandra om vad de hade gjort och vad begreppen innebär.

Kommentarer: Det blev uppenbart för läraren att två av deltagarna inte hade förstått begreppen och sambandet emellan dem och genom övningen kunde han hjälpa de till samma nivå som resten av gruppen.

Kikuchilinjer

Beskrivning: Övningen började med att studenterna fick en text om Kikuchilinjer på två sidor som stöd. Därefter målade var och en sin bild av begreppet.

Bilderna exponerades och till genomgången inbjöds den professor, som är mest kunnig på kikuchilinjer vid Uppsala universitet och som tidigare hade föreläst för de deltagande studenterna.

Resultat: Studenterna målade med stor koncentration och berättade om sina bilder. Vid genomgången som varade i 30 minuter kommenterade professorn det han såg i bilderna, klargjorde missförstånd och besvarade frågor.

Kommentarer:

Övningen med kikuchilinjer var en mycket bra seminarieform. Den kan vi bygga vidare på. Tiden, 30 minuter, var alldeles för kort så andra året var diskussionen 1 timme.

Att kommunicera och diskutera naturvetenskapliga problem

Att måla en föreläsning

Beskrivning: Uppgiften innebar att lyssna på föreläsningen ESCA/Auger den 12/2, att följa föreläsningen, anteckna som vanligt och att efter föreläsningen särskilja något centralt eller särskilt viktigt. Direkt efter föreläsningen skulle studenterna göra **en bild** av just denna tanke, åsikt eller begrepp. Bilden kunde vara abstrakt symbolladdad eller föreställande. Tekniken var valfri men bilden skulle göras i minst A3-format.

Det andra året var uppgiften att måla från en valfri föreläsning.

Bilderna exponerades och deltagarna tittade 2 och 2 tillsammans på två av bilderna. Varje par skulle formulera 1-2 frågor till varje bild.

Alla besvarade individuellt skriftligt tre frågor:

1. Tror du att du berättade om något annat än om någon hade bett dig berätta om föreläsningen?
2. Tror du att du ställde andra frågor än du skulle ha gjort till någon som varit på föreläsningen utan att ha visat dig bilden?
3. Lärde du dig något nytt om ämnet?

Vid genomgången berättade först de som hade gjort bilderna om sina tankar. Därefter ställde de som hade tittat sina frågor och de som hade målat svarade. Slutligen diskuterades svaren på de tre frågorna.

Resultat: Alla hade gjort bilder från föreläsningarna. Somliga påminde mycket om bilderna i läroböckerna, andra var mer abstrakta. De frågor som ställdes innehöll ofta själva svaren och var av typen: Föreställer den vågiga formen fotoner?

Ett par viktiga synpunkter kom upp genom en bild som beskrev ESCA som toppen på ett isberg. Vad är det de ser? X har ingen form. Någon hade valt att avbilda dem som kuber. Varför?

Svaren på de tre frågorna varierade. Somliga menade att de hade lärt sig något, nytt till exempel ” Att våga ta ut svängarna lite. Lära sig tänka på annorlunda sätt” och ”Bra med en kort repetition. Kände igen så gott som allt men lärde mig nog inget nytt. Dock lärde jag mig det bättre än förr”. Andra såg ingen nytta med att göra bilder: ”Nej, tiden som detta tagit kunde jag använt för att lära mig mer på samma tid. Jag är inte så glad för att lära mig ramsor och sånt för att komma ihåg saker. Jag kommer hellre ihåg det direkt, annars måste man komma ihåg ännu mer.”

Kommentarer: Det första året hade alla lyssnat till samma föreläsning och då underlättades förståelsen. Det andra året hade deltagarna varit på olika föreläsningar och då var frågorna mer undersökande. Erfarenheter från tidigare försök med föreläsningbilder har visat att de underlättar för studenter att se helheten i föreläsningen (Dahlman, 2004, 13). Också här lutar resultatet åt samma håll, men inte lika tydligt.

Resultat

Studenternas reflektioner

Vid den sista lektionen delade kemiläraren ut en skriftlig utvärdering som alla fyllde i under 15-20 minuter. Utvärderingen bestod av tre frågor, gradering av de olika övningsmomenten samt utrymme för övriga kommentarer. Åtta närvarande fyllde 2007 i och lämnade in utvärderingen. Syftet med utvärderingen var att se hur mycket deltagarna hade kunnat ta till sig under den korta tiden samt hur de uppfattade övningsmomenten och dess relevans. Det gjordes tydligt att det inte var en vanlig kursutvärdering utan ett underlag för hur kursen skulle kunna utvecklas. De tre frågor som ställdes var:

1. Vad har du uppfattat som syftet med bildmomentet?
2. Anser du att syftet har uppfyllts? Motivera ditt svar
3. Tror du att arbete med bilder kan påverka din förståelse för kemi och andra naturvetenskapliga begrepp?
4. Har du några andra synpunkter eller kommentarer som det är viktigt att vi tänker på till nästa kurstillfälle?

Några exempel på studenternas egna formuleringar presenteras här.

1. Vad har du uppfattat som syftet med bildmomentet?
 - Att förstå den tunga teorin i kursen genom att ställa sig nya frågor i samband med målandet. Att se saker på ett nytt sätt.
 - Att ge en ökad förståelse genom att använda ett annat sinne, typ. Att kunna få ner viktiga saker (kemiska) på papper och på så vis att man har någon bild att relatera till. Att ge ökad förståelse för komplicerade saker och få ner på papper och kunna förklara för andra.
 - Att observera, inte ha förutfattad mening om hur något ser ut. Bygga broar mellan delar i hjärnan som normalt inte är hopkopplade.
 - Att lära oss förstå TEM med att rita. Sedan utvecklades det till att generellt lära sig förstå abstrakta begrepp.

- *I början trodde jag att syftet var att öka förståelsen för kemi/kemiska principer el. motsv. Senare fick jag känslan av att man skulle "konkretisera" abstrakta saker till icke-tekniska bilder, bara för att få bort den tråkiga/teoretiska och många gånger svårförstådda tekniska synen på naturvetenskapliga begrepp.*

2. Anser du att syftet har uppfyllts? Motivera ditt svar

- *Diskussionerna med lärarna var oftast bra. Vi blev involverade på ett annat sätt och vågade ställa mer frågor än vi brukar på föreläsningarna.*
- *Ja, de kemiska bildövningarna vi haft har lärt mig mycket (reciprokt., kikucki..). Dock ej lika mycket när vi ritade av varandra m.m. Mycket möjligt att detta har gett mig ökande förståelse på något sätt men ej lika tydligt och kännbart som kemiska bildövningarna.*
- *Ja, det framgick väl. Självt gjorde jag detta i högstadiet på bilden (samma typ av övningar).*
- *Det har hjälpt mig att förstå TEM men det hade jag också gjort genom att motsvarande timmar endast läsa om TEM.*
- *Till viss del har förståelsen ökat, men främst har man förstått att andra "kämpar" med samma problem, att konkretisera abstrakta begrepp och modeller som inte finns i verkligheten. Det har också blivit lättare att få en inre bild och därmed acceptans av abstrakta begrepp.*

3. Tror du att arbete med bilder kan påverka din förståelse för kemi och andra naturvetenskapliga begrepp?

- *Ja till viss del. Att "sväva ut" lite ger alltid nya idéer och infallsvinklar, vare sig det är musik, konst eller t.o.m. teater tror jag.*
- *Absolut. Genom att se en bild är det lättare att relatera uttryck till något. Även enklare att förklara om man har någon lämplig bild att visa upp. Kanske beror detta på att jag lättare kopierar bilder till hjärnan än text. Jag vet ej.*
- *Nej, eller nja. Det kan säkert hjälpa men det är ett ineffektivt sätt att lära.*
- *Ja, jag arbetar alltid med bilder när jag studerar. Det är så jag memorerar saker.*
- *Bilderna kan vara ett sätt att lättare diskutera svåra begrepp och abstrakta idéer. Däremot undrar jag om inte själva diskussionen är viktigare i sig än själva ritandet.*

4. Har du några andra synpunkter eller kommentarer som det är viktigt att vi tänker på till nästa kurstillfälle?

- *Kanske mer effektiva diskussioner, ibland verkade det inte helt förberett. Ha färre men längre pass. 2-timmars-passen blev för stressiga! I övrigt tyckte jag att det var fantastiskt kul att göra något annat än att bara sitta och lyssna på föreläsningar! Kul att få ta del av detta projekt!*
- *Mer kemiritningar då det var vid dessa jag lärde mig mest. Kanske ha fler föreläsningsteckningar då detta var väldigt nyttigt. Kanske ha tretimmarspass istället för två som känts lite och fyra lite utmattande. Då vi ej hann med labbteckning vet jag ej om man kan dra några slutsatser därifrån. Tycker att en laboration är så praktisk så ritningsmomentet behövs ej lika mycket.*
- *Jag tycker det är mycket tid vi lägger på att lära sig att observera och i någon mån aktivera nya delar av hjärnan och knyta kontakter mellan dessa delar. Hade jag suttit och pluggat de timmar vi lagt på detta hade jag kunnat oerhört mycket mer.*
- *Fundera på att samla tiden till färre men längre tillfällen. Tre halvdagar är kanske bättre*

- *Personligen, tyckte jag att det var mycket "rita/se-grejer". Varför kan vi inte bara få vara där vi är i vår konstnärliga utveckling och arbeta därifrån? Behöver inte kunna "se" för att kunna rita. Hoppa direkt till de naturvetenskapliga projekten efter en mycket kortare introduktion!*

Kemilärarens reflektioner

Kursen utfördes på engelska. Det medförde att vissa detaljer i kommunikationen försämrades. Andra året gavs den på svenska och då fick vi en helt annan diskussion.

Som jag ser det så prövade vi oss fram. Ett viktigt moment var att **träna förmågan att observera** (med ögonen). Det upplevde jag som ett viktigt moment eftersom jag själv har ansett mig totalt okunnig i att överföra vad jag ser på papper. Det visade sig att även jag kunde producera något som kunde förstås eller tolkas, det vill säga man såg vad det föreställde. Det var ett mycket viktigt moment. Det kanske bör påpekas att jag deltog för att själv försöka förstå vad studenterna gick igenom och upplevde.

Nästa moment var att använda bildtänkandets pedagogik för att förbättra förståelsen av abstrakta begrepp inom kursen. Augerelektron spektroskopi och electron spectroscopy for chemical analysis (ESCA) är metoder för elementanalys som inte är speciellt krävande och var alltså inte ett sådant moment som studenterna inte förstår. När man tittade på deras (studenternas) bilder så såg man genast att här har hon/han förstått det viktigaste. När vi bad studenterna att måla abstrakta bilder av reciproka gittret och reciproka rymden som är begrepp man behöver för att förstå transmissionselektronmikroskopi hade studenterna svårare att avbilda. Bilderna visade då att de hade förstått att begreppet består av ett antal delbegrepp som måste hänga samman. Det suveräna med deras bilder var att man såg (om man såg alla bilder på en gång) var man tappade sambandet. Jag som lärare såg direkt att de sknade nyckeln mellan reella rymden (vanliga tre dimensionerna) och reciproka rymden. Då kunde vi diskutera just den biten, vilken funktion överförde reella rymden till reciproka rymden.

I det sista momentet diskuterade vi Kikuchi-linjer. Det här är den ultimata tröskeln för studenterna på kursen. Tillsammans diskuterade vi begreppet Kikuchi-linjer utifrån vad studenterna hade målat. Min uppfattning är att detta sätt att arbeta var särskilt lyckosamt. Läraren som föreläste om Kikuchi-linjer var positivt förvånad över studenternas sätt att prata om kikuchilinjer.

Jag tror att jag genom bildövningarna fick ett nytt sätt att tänka på. Natten efter övningen med reciproka rymden vaknade jag kl 3 och reciproka rymden snurrade runt i huvudet. Jag har inte föreläst på detta moment, men gick kursen för ca 20 år sedan. Jag lyckade hämta upp gammal kunskap och började härleda alla ekvationer samtidigt som jag ritade upp i huvudet hur det såg ut. Det gick långsamt eftersom förnuftet sa till mig att jag skulle nog helst sova. Kl 6 var allt härlett och jag gick upp och skrev ned det. Vid en kontroll visade det sig att allt var rätt, fast det var härlett på ett annat sätt än brukligt. En mycket märklig upplevelse som jag aldrig haft och som jag tror hänger ihop med målandets pedagogik. En slutsats kan vara att denna pedagogik är speciellt värdefull för att plocka fram gammal kunskap och att plocka fram gömd kunskap från olika områden som kan sättas ihop till något nytt. Ett annat ord för detta är väl kreativitet (ingenjörsmässighet). Ökar bildtänkandets pedagogik kreativiteten? Om så är fallet borde den passa särskilt bra på doktorandnivå, som inte bara är ren inläring utan också kreativitet - att göra något nytt genom att kombinera känd information.

Slutsatser för projekt 2

Deltagarna hade uppfattat bildmomentets syfte på ett tillfredsställande sätt och de menade i allmänhet att syftet hade uppfyllts. Det är värt att notera att en av deltagarna skrev att ”främst har man förstått att andra ’kämpar’ med samma problem, att konkretisera abstrakta begrepp och modeller som inte finns i verkligheten”. Samtliga trodde att bilder kan påverka förståelsen, men någon menade att det är ett ineffektivt sätt att lära sig och någon att det nog är diskussionen som är mest meningsfull. Synpunkter på kursen handlade främst om längden på övningspassen och att övningarna borde fokusera på kemirelaterade motiv.

Den tveksamhet som många kände inför övningar i att iakttä beror troligen på att nyttan inte var tydlig och omedelbar. Kemirelaterade övningar var av samma anledning lättare att acceptera. Det som försvårar pedagogiska metoder av det här slaget är tidsbrist, brist på tillit och i någon mån rädslan att misslyckas.

Forskarutbildning

På forskarutbildningen inföll momentet mitt i kursen ”The Electron Microscopy Course”. Det bestod av en bildlektion klockan 8-9 följt av en föreläsning klockan 9-11 om *High resolution electron microscopy* och därefter ytterligare en bildövning i anslutning till föreläsningen klockan 11-12. Övningarna avslutades med genomgång av bilderna och diskussion påföljande förmiddag klockan 8-10.

De övningar som genomfördes bygger kronologiskt på varandra och kan delas in i tre steg:

- 1) avdramatiserande övningar vars främsta syfte är att släppa eventuell prestationsångest och att träna koncentrationsförmågan,
- 2) att försöka förstå *sambandet mellan gitterfransar och atomplan*, det vill säga övningar som anknyter till ett specifikt naturvetenskapligt begrepp
- 3) att kommunicera och diskutera naturvetenskapliga problem.

I det här kapitlet beskrivs och kommenteras samtliga övningar och resultat.

Avdramatiserande övningar

Att avbilda det osynliga – vetenskap och kreativitet

Beskrivning: Övningen innebar att först måla en bild av *vetenskap* och därefter en bild av *kreativitet* utan att använda medvetna symboler. Bilderna hängdes upp på väggen och deltagarna diskuterade likheter och skillnader. Syftet var att träna förmågan att visualisera något abstrakt i en bild och att avdramatisera målandet.

Resultat: Många avbildade de båda begreppen på ett likartat sätt.

Kommentarer: Bilderna av vetenskap och kreativitet var förvånansvärt lika. Kanske har doktorander en mer tillitsfull syn på vetenskap och en insikt i att vetenskapligt arbete är kreativt.

Deltagarna fick måla med färg och pensel direkt utan uppvärmning med teckning och avstressande övningar. Det fanns det inte tid till. Vi hade dessutom en alltför kort diskussion kring bilderna.

Att försöka förstå gitterfransar och atomplan

Måla sambandet mellan gitterfransar och atomplan och diskutera kring bilderna

Beskrivning: Övningen började med att studenterna lyssnade på föreläsningen *High resolution electron microscopy*. De fick därefter uppgiften att under 30 minuter måla "Sambandet mellan gitterfransar och atomplan" och att inte avbilda boken. Det vill säga att försöka undvika symboler. I övningen ingick också att skriva ned en beskrivning av bilden så att de skulle minnas till nästa dag.

Bilderna exponerades och var en och fick kortfattat presentera sin bild och sina tankar. När alla var färdiga gav professorn sin syn på resultatet. Övningen avslutades med en diskussion.

Resultat: Några kom igång direkt, några satt väldigt länge. Särskilt en doktorand sa att hon/han inte kunde måla eftersom hon inte visste vad det var. Hennes/hans okunskap blev tydlig. Diskussionen blev högljudd och engagerad och kom att handla om vetenskap och nytänkande.

Kommentarer: Den som hade svårt dagen innan visade genom bilden att det var mycket som hon/han inte hade förstått.

Den avslutande diskussionen var klargörande. Någon sa att man lyssnar och litat på läraren, och på att det är så som han/hon säger. Det verkade som om deltagarna inte var vana att reflektera över sitt lärande utan att de hade tagit tidigare kunskap för given. Genom att göra bilderna hade de tvingats att relatera sig själva till ämnet och det tycktes ha varit provocerande. De ställde frågor som: Varför ska vi göra bilder? Vad är det här – att sammanföra en konstnär och en professor i fysik?

De genomförde övningarna, bilderna blev klart intressanta och det de sa var vettigt. Men de upplevde det kanske som obehagligt.

Resultat

Studenternas synpunkter

Efter diskussionen sa en deltagare att detta var nyttigt och borde göras oftare. Efter den första dagen övningar inföll ett laborationsmoment och en av deltagarna sa att det skulle ha varit bättre att ha målningsövningen efter det. Det var mycket som klarnade under labben och som hade gjort bilden intressantare att göra, menade hon/han och det hade troligen fått henne/honom att känna sig tryggare.

Den utvärdering som genomfördes för hela kursen innehöll två frågor som relaterade till bildövningarna. Endast hälften av deltagarna svarade på utvärderingen som visade att alla fem ansåg att övningarna hade låg relevans för kursen (1 eller 2 på en 5-gradig skala). Tre personer menade att övningarna inte hade ökat deras intresse för ämnet (1 eller 2 på en 5-gradig skala) medan två personer menade att de hade ökat deras intresse (3 på en 5-gradig skala). En student kommenterade att han eller hon å ena sidan hade förväntat sig mer av övningarna, men att det å andra sidan var ett bra och enkelt sätt att visa vad man har förstått om EM genom bilder. En annan menade att det är roligt och bra att göra något praktiskt, men att det kanske kunde ta kortare tid och att det kanske inte var nödvändigt att visa för andra.

Professorns synpunkter

I saw a clear difference in the behaviour of the course, comparing these students with the students in Mats course. It took my students much more time to take confidence and "relax" to

discuss the topics openly and with interest. I had the impression that this had happened only at the end.

The designs of the information transmission in the electron microscope showed that the students had not understood many important details, though most seemed to have understood the basic principles. Compared to last year's course, we had as additional high resolution electron microscopy modules your module but also some simulation modules. At the end of the course, the high resolution electron microscopy was much better understood than last year. I cannot yet say how the course influenced the student's learning.

Actually, the most interesting thing happened, when the course was nearly over and one of the students bursted out (something like): what are we doing here. Aren't we talking here in a way in which we normally talk to our wife or family? Then, a real discussion started.

Only from there, the students started to tell really, what they thought:

- what happens in the electron microscope is sooo abstract
- Magnus confusion about how one should talk at home and how at the university
- are the electrons really there?

So I believe that it was important to have one night between your two modules, but it could be that this still was too short.

Slutsatser för projekt 3

Bilderna visade att deltagarna hade förstått grundprinciperna för sambandet, men att de saknade kunskap om många viktiga detaljer. På den här nivån uppfattades den avslutande diskussionen som det mest givande. Den visade att deltagarna först hade svårt att uttrycka sig med vardagligt språk om ämnet, men att det lyfte fram verkligt centrala frågor.

Läraren menade att arbete med bilder var en bra metod för att se studenternas kunskapsluckor, att det ledde till bra diskussioner, vilket studenterna inte är särskilt vana vid. Metoden visualiserande för studenterna och för läraren var i tankekedjan förståelsen i ett problem upphör. Framförallt ledde dock övningen till en fördjupad diskussion.

Även om en av studenterna ansåg att tiden kanske var för lång, så är det troligare att den var för kort. Tillit till materialet, sin egen förmåga och läraren hann aldrig upprättas. Eftersom kursen bara sträckte sig över en vecka kan bildmomentet ha upplevts som oproportionerligt stort.

Slutsatser och diskussion

Att arbeta med bilder uppskattades av de flesta deltagarna, men de ville inte att det skulle ta tid från den traditionella undervisningen. Vi upplevde en övertro bland studenterna på de beprövade pedagogiska metoderna föreläsning och egen inläsning. Oron över att gå miste om annan och mer värdefull undervisningstid fanns såväl bland basårsstudenter som bland kemiingenjörstudenter. Det ger anledning att fundera över hur stort hela momentet ska vara för att uppnå bästa effekt och hur de olika delarna ska förhålla sig till varandra.

Tid

På forskarutbildningsnivån var tiden för hela momentet mycket kort och det fanns inte utrymme för de avdramatiserande övningar, som inledde övningarna på de andra två nivåerna. Det var därför skillnad på beteendet hos studenterna på forskarutbildningsnivån och de andra.

De som hade gjort fler avdramatiserande övningar var betydligt mer avslappnade och öppna i diskussionen kring bilderna. När diskussionen väl lossnade kom emellertid doktoranderna djupare in i ämnet. De avdramatiserande övningarna blev särskilt problematiska genom att tiden var för kort för att ett tillitsfullt förhållande mellan studenter och lärare skulle hinna upprättas. Ett sådant förtroende är alltid nödvändigt för att uppnå bra undervisning. Om studenten inte kan lita på att övningar som vid en första anblick verkar meningslösa är förberedelser inför något viktigt, distanserar sig hon eller han från början och har svårt att ta till sig senare konkreta ämnesrelaterade moment. Vår bedömning är att de avdramatiserande övningarna ska vara minst två timmar.

Avbildande övningar, vars syfte var att öka iakttagelseförmågan, fanns bara på termin sju. Studenterna ansåg i allmänhet att de tog för mycket tid och att övningarna visserligen var roliga men inte relevanta. Kemiläraren menade att det var en mycket viktig del. Övningarna tog sammanlagt två timmar. Vår bedömning är att övningen "Konturteckning", som tog en timma, är nödvändigt för det fortsatta arbetet men att övningen "Bakgrunder" skulle kunna utgå vid tidsbrist.

Det som gavs mest tid i alla tre projekten var de kunskapsutvecklande övningarna och det var de som studenterna hade lättast att förstå meningen med. I det första projektet tog de 4 timmar, vilket motsvarar $\frac{2}{3}$ av den totala tiden, i det andra projektet 7 timmar det vill säga drygt hälften och i det tredje 3 timmar eller $\frac{3}{4}$ av den totala tiden. När deltagarna väl upplever övningarna som meningsfulla tycks tiden inte ha så stor betydelse. För att utveckling av djupare förståelse verkligen ska bli resultatet är vår bedömning ändå att ett bildskapande moment i det här sammanhanget bör innehålla minst två olika övningar och att 4 timmar är ett minimum.

En summering visar att bildskapande moment på en naturvetenskaplig kurs inte bör understiga 8 timmar och att de bör fördelas på 3 – 4 tillfällen.

Attityd och nytta

Deltagarnas attityd till pedagogiska experiment skiljer sig åt i de tre fall som vi har studerat. Man kan tolka materialet som att ju längre utbildning desto större förståelse, men det är en för enkel generalisering. Studenterna på basåret var till exempel inte specifikt intresserade av kemi, utan att i första hand klara av kursen för att fortsätta vidare till de utbildningar som de verkligen ville gå. Det kan vara så att studenter i början av sin utbildning är mer positiva till pedagogiska alternativ, men det ger inte det här projektet besked om.

Projektet pekar också på skillnader i vem som uppfattar att de mest nytta av övningarna och vilken del av övningarna som är mest meningsfull. På basårsnivån var det läraren som upplevde den största nyttan av att studenterna gjorde bilder. Genom att alla gjorde bilder blev också de tysta studenterna synliga och läraren kunde enkelt anpassa undervisningen till en relevant nivå och till de problem som studenterna verkligen hade.

På termin sju hade läraren på samma sätt stor hjälp av bilderna i sin undervisning, men där upplevde också studenterna att de hade nytta av att göra bilder. De beskrev att arbete med bilder exempelvis gav nya idéer och infallsvinklar, att det blev enklare att förklara med hjälp av bilder och att det var lättare diskutera svåra begrepp och abstrakta idéer.

På forskarutbildningsnivån framstod bildarbetets stora betydelse under den efterföljande diskussionen. Arbetet med bilderna och samtalet runt dem ledde fram till ett ifrågasättande av

hela momentet. Därifrån övergick diskussionen till att handla om deltagarnas vetenskapsteoretiska frågor på ett personligt och engagerat plan.

Många av de studenter som vi har arbetat med har kunnat formulera *vad det är som de inte förstår* och har genom det kunnat få hjälp med att öka sin kunskap. De har också kunnat artikulera sin förståelse för komplexa begrepp och diskutera dem med andra.

En kort förklaring

Avslutningsvis ska vi ge en kort förklaring till varför arbete med bilder fungerar på det sätt som vi har beskrivit:

Att skapa en bild innebär att omedelbart konkretisera en föreställning. Det innebär inte att avbilda en föreställning, utan att kanalisera föreställningsförmågan i en annan form än tankar, idéer eller föreställningar. Bilden visar ett ofullständigt ögonblick av den ständigt pågående föreställningsprocessen. Genom bildskapande kan hittills oartikulerade erfarenhetsformer göras till föremål för reflektioner. Detta har stora likheter med vad Michael Polanyi (1983) kallade oartikulerat kunnande (the act of tacit knowing).

Att på det sättet arbeta med bilder innebär att sammanföra rationellt oförenliga erfarenhetskategorier och att därigenom artikulera världen i nya former. Detta sker genom att motståndet mot att lämna bekanta kategorier förmås kapitulera. En sådan teori är jämförbar med de metafor-teorier som presenterats av George Lakoff och Mark Johnson (1980). Föreställningsförmågan ökar därmed och världen framstår som mer komplex genom att fler möjliga alternativ visar sig och förmågan att planera, formulera och lösa problem växer. En sådan process, som består av ett fasthållande vid gamla erfarenheter och en strävan mot nya, innebär att när världen accepteras som en ny artikulation har kunskapen vuxit och förhållandet till världen har förändrats. Det är så kunskap utvecklas genom bilder.

Referenser

- Dahlman, Y. 1998. *Bildtänkandets pedagogik.*, Pedagogiskt utvecklingsarbete, SLU. Uppsala.
- Dahlman, Y. 2000. *Bildtänkandets pedagogik 2 – intervju med Betty Edwards.* Pedagogiskt utvecklingsarbete, SLU. Uppsala.
- Dahlman, Y. 2004. *Kunskap genom bilder: En studie i hur studenter inom natur- och samhällsvetenskapliga utbildningar fördjupar sin ämnesförståelse genom arbete med bilder.* Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Agraria, 448, SLU Sveriges lantbruksuniversitet
- Dahlman, Y. 2007a. Den konstnärliga och kreativa processen i vetenskapens tjänst, *Bild i skolan; konst/media/design* 78, 10-13, Lärarförbundet
- Dahlman, Y. 2007b. Towards a theory that links experience in the arts with the acquisition of knowledge. *International Journal of Art Design Education.* 26:3, 274.
- Dahlman, Y. & Boman, M. 2008a. *Ökad kunskap i kemi genom arbete med bilder.* Paper presenterat vid NU2008 i Kalmar 2008.
- Dahlman, Y. & Boman, M. 2008b. *Associative learning through art activities.* Paper presenterat vid 20th ICCE International Conference on Chemistry Education på Mauritius 2008.
- Edwards B. 1982. *Teckna med högra hjärnhalvan.* Forum. Falköping.
- Edwards, B. 1987. *Teckna med konstnären inom dig.* Forum. Falköping.
- Edwards, B. 1999. *The New Drawing on the Right Side of the Brain.* J.P. Tarcher / Putnam. New York.
- Eisner, E W. 1998. Does Experience in the Arts Boost Academic Achievement?. *The journal of Art and Design Education.* Vol. 17, nr 1.
- Johnson, M. & Lakoff, G. 1980. *Metaphors We Live By.* The University of Chicago Press. Chicago.
- Nicolaïdes, K. 1941. *The Natural Way to Draw.* Houghton Mifflin Company. Boston.
- Polanyi, M. 1963/83. *The Tacit Dimension.* Peter Smith. Gloucester, Mass.

