

Rapporter i matematikämnets och
naturvetenskapsämnenas didaktik

Nummer 10, 2018



**Stockholms
universitet**

Hur kan lärare stödja andraspråkselever på gymnasiet att lära sig tala kemi?

En ämnesdidaktisk studie

Dana Seifeddine Ehdwall

©Dana Seifeddine Ehdwall, Stockholms universitet 2018

Licentiatuppsats i naturvetenskapsämnenas didaktik
ISBN 978-91-7797-981-4

Tryckeri: US-AB, Stockholm 2018

Distributör: Institutionen för matematikämnets och
naturvetenskapsämnenas didaktik, Stockholms universitet

Abstract

How may teachers support upper secondary second language learners to talk chemistry? A disciplinary study

The aim of this thesis is to show how teachers may support second language learners to learn how to talk chemistry. Four didactic models are used in this study in order to analyse and so improve teaching with this aim. Didactic models can be used by teachers to analyse and organise lessons to support students' learning. The models used in this thesis are dialogue types (Lemke, 1990), organising purposes (Johansson & Wickman, 2011), interests in science (Schwab, 1978) and the forms of representations in chemistry (Johnstone, 1982). The material consists of video and audio recordings from chemistry lessons in an introductory class in upper secondary school in Sweden. The study was carried out in two cycles. The first cycle was to analyse how a regular chemistry lesson gave students opportunities to learn chemistry. The results from analysing cycle one show that the dialogue in the classroom was mostly triadic, not giving the students opportunities to talk and so learn chemistry. Moreover, applying the model of organising purposes showed that students were not given opportunity to pursue relevant purposes. In cycle two changes were made by using the four models for the purpose of increasing the students' opportunities to talk chemistry. The results show how a chemistry teacher may use explicit strategies to make the chemistry content accessible to the student in the classroom. Increased learning affordances became obvious when the students were given opportunities to talk with longer utterances and were given support to include relevant interests and representations when talking about chemistry phenomena. In conclusion I argue that there are many factors that can affect learning for second language learners. It is well established that second language learners need support in their own language. However, the results from this thesis show that a focus on language learning is not enough. When teaching second language learners it is also important to use didactic models to highlight the chemistry content. In this thesis I consider second language learners in chemistry education, but the combination of didactic models could likely be productive also with other student groups.

Keywords: Chemistry education, second language learners, didactic models, classroom talk

Förteckning över artiklar

Denna licentiatuppsats bygger på följande två artiklar.

1. Seifeddine Ehdwall, D. & Wickman, P.-O. (2018). Hur lärare kan stödja andraspråkselever på gymnasiet att tala kemi. *NorDiNa 14(3)*.
2. Seifeddine Ehdwall, D. & Wickman, P.-O. (2018). Att använda kunskapsintressen och representationsnivåer för att planera, genomföra och utvärdera undervisning i kemi för nyanlända på gymnasiet.

Förord

Nu är den här avhandlingen äntligen klar, något som jag tidigare inte vågat tro på. Jag vill tillägna det här förordet till personer som har gett mig ovärderlig hjälp och stöd.

Jag vill börja med att tacka min handledare Per-Olof Wickman, det är du som har gjort den här resan möjlig. Du har outtröttligt stöttat mig under hela den här processen och trott på mig när jag själv många gånger tvivlat på min förmåga. Din kunskap, ditt tålmod och din tillit har gjort den här avhandlingen till vad den är. Jag är oerhört glad och tacksam att just du blev min handledare. Tack för alla intressanta och givande samtal, det är en ära att ha fått jobba med dig.

Tack till mina fina kollegor på MND Cecilia Erikson och Kerstin Danckward-Lillieström för alla intressanta och roliga samtal vi har haft och för den tiden vi delat. Jag vill även tacka övriga kollegor på Nationella forskarskolan i didaktisk modellering, NaNo. Det har varit lärorikt och intressant att få diskutera, resonera och lära mig av er.

Tack till Zeynep Ünsal som bidragit på flera sätt till det här avhandlingsarbetet. Du var med vid första inspelningen och du kom med insiktsfulla kommentarer på mitt 90 % -seminarium.

Jag vill rikta ett stort tack till Malin Winbladh, min före detta rektor som trodde på mig och erbjöd mig möjligheten att forska på arbetstid. Jag vill även tacka Botkyrka Kommun som har gjort det ekonomiskt möjligt att delta i forskarskolan och för att ni satsar på den här typen av skolutveckling. Tack ska även alla informanter ha, utan er hade inte det här arbetet blivit till.

Jag vill slutligen tacka min familj. Magnus, tack för ditt tålmod när jag varit mentalt frånvarande under dessa fyra år. Du har alltid trott på mig och var den som såg till att jag till slut sökte till forskarskolan. Jag kommer ihåg hur du tillsammans med några vänner uppmanade mig att söka och sa att jag självklart skulle klara det när jag själv tvivlade. Jag är glad att du tror på mig och står stark och stadig vid min sida.

Mina barn, Elias och Alexander, att ni finns i min värld betyder allt för mig. Ibland när jag tappat fotfästet under det här arbetet har ni varit där och påmint mig om att jag redan i er har uppnått det viktigaste i mitt liv. Er glädje och energi är magisk och tack vare det håller jag fokus på vad som verkligen är viktigt i livet. Alexander, tyvärr blev inte det här en bok som man tjänar massa pengar på men det är en bok som har gjort mig klokare och ökat min yrkeskompetens. Jag hoppas även att avhandlingen ska ge inspiration till ämneslärare som möter nyanlända elever. Den här resan har varit lärorik, intressant och givande. Jag är så glad att den här boken nu äntligen är klar.

Stockholm, augusti, 2018
Dana Seifeddine Ehdwall

Innehåll

| | |
|---|-----|
| Abstract..... | iii |
| Förteckning över artiklar..... | v |
| Förord..... | vii |
| Bakgrund..... | 11 |
| Syfte och frågeställning..... | 13 |
| Tidigare forskning..... | 14 |
| Andraspråkselevs lärande..... | 14 |
| Det naturvetenskapliga språket..... | 16 |
| Kemispråket..... | 18 |
| Syften i den naturvetenskapliga undervisningen..... | 19 |
| Exempel på didaktiska modeller inom de naturvetenskapliga ämnena..... | 20 |
| Teoretiskt ramverk..... | 22 |
| Språkets betydelse för lärande..... | 22 |
| Kontinuitetsprincipen..... | 23 |
| Att lära sig ett ämnesspråk..... | 23 |
| Metod..... | 25 |
| Datainsamling..... | 25 |
| Lektionernas innehåll..... | 26 |
| Didaktisk modellering..... | 26 |
| Forskningsetiska överväganden..... | 26 |
| Reliabilitet, validitet och generaliserbarhet..... | 27 |
| Analysmetoder..... | 28 |
| Resultat..... | 31 |
| Artikel 1..... | 31 |
| Artikel 2..... | 32 |
| Planering..... | 33 |
| Utfall..... | 35 |
| Diskussion..... | 37 |
| Referenser..... | 40 |

Bakgrund

För några år sedan började jag arbeta på en gymnasieskola som kemi- och biologilärare på ett språkintruktionsprogram¹. Språkintruktionsprogrammet erbjuder nyanlända elever² som inte har behörighet att påbörja ett nationellt program på gymnasiet. Skolan ligger i ett mångkulturellt och sociokulturellt utsatt område och nästan alla elever på skolan har svenska som andraspråk. Skolan tog emot närmare 300 nyanlända elever det år jag startade och jag fick förmånen att undervisa de elever som hade kompletta grundskolebetyg med sig från sina hemländer men saknade betyg i svenskämnet från årskurs 9. Eleverna som jag började undervisa tillhörde språkintruktionsprogrammet och läste svenska som andraspråk mot åk 9, engelska samt gymnasiekurserna Kemi 1, Biologi 1 och Matematik 1C. Undervisningsspråket i alla skolämnen var svenska. Jag undervisade eleverna i gymnasiekurserna Kemi 1 och Biologi 1.

Arbetet på intruktionsprogrammet innebar att jag fick möjlighet att möta elever med diverse olika bakgrunder och det visade sig vara utmanande och komplext. Eleverna var motiverade och arbetade hårt för att klara kurskraven, men många hade svårt att uppnå betyget E i de naturvetenskapliga ämnena. Det skapade en frustration hos mig och hos eleverna över att jag inte riktigt hade verktyg att stödja elevernas lärande på bästa sätt. Under det första året började jag reflektera över hur jag på bästa sätt skulle kunna möta nyanlända elever i sitt lärande av kemi.

Skolan jag arbetade på präglades av en språklig mångfald. Vi hade ca 58 olika språk, då nästan alla elever på skolan hade ett annat modersmål. Skolan har flera nationella program som samhällsprogrammet och naturvetenskapliga programmet. Det som överraskade mig när jag började på skolan är att även elever som läste de nationella programmen och som bott i Sverige nästan hela sina liv, men hade ett annat modersmål än svenska, generellt hade svårare att delta och uppnå kunskapskraven för gymnasiekurser i matematik och de naturvetenskapliga ämnena. Det visade sig ganska snabbt att jag som undervisade nyanlända elever på språkintruktionsprogrammet och lärarna som undervisade andraspråkselever i de nationella programmen delade liknande utmaningar i undervisningen. I samtal med andra lärare på min skola och med lärare i andra skolor med liknade elevsammansättning fick jag höra att andraspråkselever inte lyckas i samma grad som förstaspråkselever för att de bland annat hade dåliga förkunskaper i skolämnen, inte hade tillräckliga språkkunskaper i svenska, inte hade stöd från föräldrarna hemma i skolarbetet eller att de saknade motivation att lära sig. Det finns många studier från svensk och internationell forskning som bekräftar den synen på andraspråkselever, där man i skolan fokuserar på vad eleverna saknar istället för att lyfta fram det eleverna har med sig (se t.ex. Cummins, 2001; Economou, 2007; Skolinspektionen, 2017). Perspektiv som fokuserar på brister hjälper mig inte som lärare att utveckla min undervisning för att bättre möta alla elevers lärande. Jag förnekar inte att dessa faktorer påverkar elevers lärande, men vi som arbetar på skolan måste

¹ Språkintruktionsprogrammet är ett av fem intruktionsprogram som erbjuder elever som inte har behörighet att påbörja ett nationellt program. Språkintruktionsprogrammet är till för ungdomar som nyss har anlänt till Sverige och fokuserar på svenska språket för att eleven ska kunna gå vidare till något annat program i gymnasieskolan eller annan utbildning. Språkintruktionsprogrammet är störst av de fem intruktionsprogrammen och under höstterminen 2015 gick nästan 18 700 elever på språkintruktionsprogrammet (Skolverket, 2016a).

² En nyanländ elev är enligt Skolverkets definition en elev som har varit bosatt utomlands men nu är bosatt i Sverige och har påbörjat sin utbildning här senare än höstterminens start det kalenderår då han eller hon fyller sju år. En elev ska inte längre anses vara nyanländ efter fyra års skolgång här i landet (Skollagen, 2010: 800).

lära oss hur vi i klassrummet på bästa sätt kan tillgodose alla elevers behov samt kompensera för det eleverna inte har med sig in i klassrummet. Vidare visar flera studier att ämneslärare som undervisar nyanlända inte känner att de har tillräcklig kompetens för att möta elevernas behov (Lee, 2005; Axelsson & Nilsson, 2013). I en forskningsöversikt av Bunar (2010) om den svenska forskningen om nyanlända elevers lärande visar författaren hur det saknas forskning om nyanlända elevers lärande och efterlyser klassrumsforskning som kombinerar metodologiska och teoretiska perspektiv med nyanlända elever.

Under det första året på skolan fick jag pröva mig fram, gissa, gå på magkänsla och tidigare erfarenheter i min planering, utförande och analys av undervisningen. Detta kändes självklart inte tillfredställande för mig som lärare då jag inte hade möjlighet att leda en undervisning som vilade på vetenskaplig grund. När möjligheten att få börja forska på halvtid och undervisa på halvtid dök upp tog jag den och det blev startskottet för det här forskningsarbetet. Nationella forskarskolan i didaktisk modellering, NaNo, för lärare i naturvetenskap, erbjöd mig som lärare en möjlighet att få forska i mitt klassrum i syfte att utöka min didaktiska kunskapsbas och professionsutveckling. Detta gav mig ett tillfälle att undersöka empiriskt hur jag som lärare skulle kunna planera, utföra och analysera min kemiundervisning för att stödja andraspråkselevers lärande i kemi.

Avhandlingen består av 2 artiklar och en sammanfattande kappa. Data till dessa studier har jag hämtat ur min egen undervisningspraktik med elever som jag undervisat på språkintruktionsprogrammet i kemi under avhandlingsarbetet. Jag har haft möjlighet att analysera min egen kemiundervisning och utveckla undervisningen med hjälp av flera didaktiska modeller. Avhandlingen visar hur det arbetet har gått till.

Syfte och frågeställning

Syftet med den här avhandlingen är att undersöka och visa hur lärare kan använda ämnesdidaktiska modeller för att stödja andraspråkslever³ att lära sig *tala kemi* på gymnasiet. De didaktiska modellerna som används i avhandlingen har tidigare använts i enspråkiga klasser, men avhandlingen visar hur dessa kan vara ett stöd även i flerspråkiga klassrum. Jag vill understryka att den här studien är en ämnesdidaktisk studie genomförd inom ramen för forskningsämnet didaktisk modellering i naturvetenskap. Den övergripande frågeställningen är:

Hur kan kemilärare med hjälp av prövade ämnesdidaktiska modeller planera, utföra och analysera kemiundervisningen i flerspråkiga klassrum för att hjälpa eleverna att lära sig tala kemi?

Frågan besvaras i 2 artiklar i avhandlingen.

Artikel 1 syftar till att analysera hur de *samtalsformer* och *organiserande syften* som används under en lärares reguljära lektioner i kemi med andraspråkslever stödjer eleverna att lära sig tala kemi. Resultaten från den reguljära lektionen användes för att designa en ny lektion som i sin tur analyserades igen med samma ämnesdidaktiska modeller. Frågeställningen som besvaras i artikeln är:

A. Hur kan kemilärare med hjälp av två etablerade ämnesdidaktiska modeller, samtalsformer och organiserande syften, analysera och designa kemiundervisningen i flerspråkiga klassrum för att hjälpa eleverna att lära sig tala kemi?

Artikel 2 Syftar till att visa hur två ämnesdidaktiska modeller, *kunskapsintressen* och *representationsformer* kan användas av lärare för att planera och utföra ett grupparbete i kemi. Frågeställningar som besvaras i artikeln är:

B. Hur kan de ämnesdidaktiska modellerna kunskapsintressen och representationsformer användas av kemilärare för att planera ett grupparbete om redoxreaktioner i kemi med andraspråkslever?

C. Hur kan det se ut när en lärare använder planeringen i undervisningen för att stödja andraspråkslever att lära sig om redoxreaktioner?

³ I den här avhandlingen använder jag begreppet andraspråkslever och syftar på elever som läser sina skolämnen på ett språk som inte är deras modersmål. Eleverna i avhandlingen läser alla sina skolämnen på sitt andraspråk, det svenska språket.

Tidigare forskning

Andraspråkselevs lärande

Studier från Sverige och från andra länder har visat att andraspråkselever inte uppnår målen i samma grad som enspråkiga elever i flera skolämnen (Lee & Luykx, 2007; Nygård Larsson, 2011; Skolverket, 2016b; Skolverket 2017a; Skolverket 2017b). Nationella prov från Sveriges grundskolor visar att andraspråkselever uppnår sämre skolresultat än enspråkiga elever i bland annat matematik, biologi, kemi och fysik (Skolverket, 2017a). Kursprov i matematik från gymnasieskolan visar på likande resultat (Skolverket, 2017b). Det finns inga sammanställningar på kursprovsresultat i naturvetenskapliga ämnena från gymnasiet, men ett rimligt antagande är att elevernas resultat från grundskolan har fortsatt påverkan på deras resultat på gymnasiet.

Nygård Larsson (2011) studerade biologiundervisningen vid en gymnasieskola och undersökte hur flerspråkiga elever presterar i jämförelse med enspråkiga elever under skriftliga prov. Vid ett av flera prov som forskaren studerade deltog 14 flerspråkiga och 14 enspråkigt svenska elever. Ingen enspråkig svensk elev fick underkänt på kursen, samtidigt som en stor del fick mycket väl godkänt. Fyra flerspråkiga elever blev underkända, flertalet fick betyget godkänt, och ingen mycket väl godkänt. En förklaring till betygsgapet kan enligt Nygård Larsson vara att betygen väl godkänt och mycket väl godkänt, vilka alltså oftare förbehölls de enspråkigt svenska eleverna, krävde mer ”sekventiella och kausala förklaringar samt argumentation” (Nygård Larsson, 2011: 252). För att få de högre betygen behövde eleverna ge mer sammanhängande resonemang samt ha viss förmåga att själva se samband, generalisera och abstrahera utifrån lärobokstexterna (Nygård Larsson, 2011). Detta resultatgap är en viktig anledning till att studera hur lärare i undervisningen kan planera för att stödja andraspråkselevs lärande. Nygård Larsson betonar att andraspråkselever behöver explicit språkligt stöd som kopplas till ämnesinnehållet. Att undersöka hur detta kan göras möjligt är av stort intresse i den här avhandlingen.

Att utbildning på modersmålet ger elever bättre möjligheter för lärande än utbildning som ges på ett språk som eleverna inte fullt förstår är väldokumenterat (Cummins, 2017, García & Li, 2018). Andraspråkselever i Sverige får i flertalet skolor sin undervisning på sitt andraspråk och det kan därmed påverka deras prestationer i många skolämnen. Andraspråkselevnas svårigheter med att uppnå goda resultat i skolämnen diskuteras vanligen i termer av att det tar längre tid för dem att lära sig ämnesspråk, då eleverna har språkliga begränsningar, som gör att de inte kan delta om undervisningen endast sker på ett andraspråk (Cummins, 2017; García & Sylvan, 2011; Goldberg, Enyedy, Welsh & Galiani, 2009; Lee, 2005). Vikten av att använda elevernas alla språkliga resurser har därför påtalats av många forskare och flera studier har visat att modersmålet är en viktig resurs för elevernas lärande (Cummins, 2017). Det finns flera studier från grundskolor som visar att lärare genom att använda elevernas modersmål i undervisningen kan stödja deras lärande i naturvetenskapliga ämnen (Goldberg, Enyedy, Welsh & Galiani, 2009; Reyes, 2009; Ünsal, Jakobson, Molander & Wickman, 2016).

Om en andraspråkselev riskerar att inte få betyg i något skolämne i den svenska skolan har eleven rätt till stöd i form av studiehandledning på modersmål (Skolverket, 2017c). Studiehandledning på modersmålet är reglerat i Skollagen (2010: 800) där det står att:

En elev ska få studiehandledning på sitt modersmål, om eleven behöver det. En elev som ska erbjudas modersmålsundervisning och som före sin ankomst till Sverige har undervisats på ett annat språk än modersmålet får ges studiehandledning på det språket i stället för på modersmålet, om det finns särskilda skäl.

En av svårigheterna i den svenska skolan att ordna studiehandledning på modersmålet är att i kan det finnas många olika språk representerade i ett klassrum (Ünsal, Jakobson, Molander & Wickman 2016). I de klassrum (språkintruktionsprogram) där den här studien utfördes fanns det 16–18 elever och 9 olika modersmål talades. I skolan fanns ca 58 olika språk. Det fanns en vilja hos rektorn att ordna studiehandledning på modersmålet till alla elever, men det visade sig oerhört svårt att organisera. En utmaning var att det var svårt att hitta lärare som talade elevernas modersmål med ämneskompetens i de naturvetenskapliga ämnena och i matematik.

Ett sätt att använda sig av elevernas modersmål utan att behöva anlita modersmållärare har studerats av Ünsal, Jakobson, Molander och Wickman (2016). Studien är från en svensk skola och visade hur eleverna kan använda sitt modersmål i No-undervisningen i Årskurs 3. Eleverna var 9–10 år och talade olika modersmål medan den undervisande läraren endast talade svenska. Studien fokuserade på fyra turkisktalande elever och hur dessa använde sitt modersmål tillsammans under flera lektioner om elektricitet. Eleverna var födda och uppvuxna i Sverige men hade språkliga brister i det svenska språket enligt den undervisande läraren. Studien visade att eleverna saknade möjligheter att använda sitt modersmål i helklassamtal. Helklassamtalen dominerades av samtal som kännetecknas av ett IRE-mönster (Initiation, Response och Evaluation) och i flera transskript kunde författarna se att eleverna på grund av språkförbistring hindrades att uttrycka sig med längre uttalanden i samtalen. Under grupparbete använde eleverna sig av sitt modersmål, men mest för att utreda vad läraren menade med ord som hon skrivit upp på tavlan, vilket hindrade eleverna från att lära sig det naturvetenskapliga innehållet och att lära sig om ledningsförmåga hos olika föremål. Slutsatsen från denna studie är att det är viktigt att eleverna använder sitt modersmål i undervisningen och att det krävs explicita strategier av läraren för att inkludera modersmålet så det blir gynnsamt för undervisningens syften (Ünsal, Jakobson, Molander & Wickman, 2016).

Elever som läser på gymnasiet har också rätt till stöd av studiehandledare på modersmålet (Skollagen 2010: 800). Det är dock mycket svårare att finna studier från gymnasieskolan om modersmålets betydelse för lärandet av olika skolämnen. En kvalitativ studie från två gymnasieklasser som läser naturkunskap av Hägerfelth (2004) har visat att varken tiden i Sverige eller undervisning på modersmål på något enkelt sätt kan förutsäga hur andraspråkselever kommer att lyckas i skolan. Hägerfelth (2004) studerade hur språket används i skolämnet naturkunskap i två mångkulturella gymnasieklassrum. Hon analyserade inspelningar av elevsamtal när de löste uppgifter i par och grupp samt inspelningar av lärarledda klassrumssamtal och elevintervjuer. I studien förekommer det elever som aldrig har undervisats på sitt modersmål som klarar sig utmärkt i skolan, medan andra som studerat på sitt modersmål i alla år ändå inte lyckas särskilt bra. Deltagarna i Hägerfelths studie har alla gått minst åtta år i svensk skola, de flesta har gått alla nio och några har dessutom gått på svenskspråkig förskola. Slutsatsen Hägerfelth drog av sin studie är att hur elever lyckas förmodligen inte kan förklaras så enkelt som hur länge de bott i Sverige eller om eleverna erbjuds modersmålsundervisning, utan elevers lärande av olika skolämnen hänger på ett komplext sätt samman med många olika aspekter både i och utanför skolan.

Många skolor fokuserar på att nyanlända elever ska lära sig svenska innan de studerar olika skolämnen i förberedelseklasser, något som kan hindra eleverna att lära sig relevanta ämnesspråk och som i längden kan bidra till att eleverna halkar efter sina jämnåriga i undervisningen (Skolinspektionen, 2017). Det är därför viktigt att nyanlända elever så snabbt som möjligt får delta i undervisning av skolämnen (Axelsson, 2015). Det är ämneslärare som kan specificera ämnesspråk och som kan lära elever vad som kännetecknar varje skolämne (Östman, 2014).

Axelsson och Nilsson (2013) har i en studie undersökt hur 22 nyanlända elever upplever sin undervisningssituation i förberedelseklass och i ”vanliga” klasser. Metoden för undersökningen var intervju men till viss del även observation. Studien fokuserade på elever som kommit till Sverige under de år som motsvarar skolår 8 och 9. Många av eleverna hade undervisning av skolämnena i klasser tillsammans med svensktalande elever. En av slutsatserna i studien är att ämneslärarna inte hade beredskap eller förståelse för vilka stöttande insatser nyanlända elever behövde samt att lärarna tog för givet att eleverna förstod ämnesinnehåll som presenterades i undervisningen. Det är dokumenterat i flera studier att ämneslärare generellt saknar strategier att undervisa nyanlända elever och behöver därmed bättre kunskap om hur man stödjer de i undervisningen (Axelsson & Nilsson, 2013; Juvonen, 2015; Lee & Luykx, 2007; Nilsson Folke, 2015; Uddling, 2013). Självklart kan det vara en bidragande orsak till att nyanlända eleverna inte möter en undervisning som präglas av stimulans, utmaningar och individanpassning i tillräcklig hög grad (Skolinspektionen, 2017). Att nyanlända elever inte möter en undervisning som stödjer deras lärande kan också vara en bidragande orsak till att andraspråkselever inte i lika hög grad som enspråkiga elever lyckas i den svenska skolan.

Behovet av vetenskapliga studier som visar hur man kan stödja nyanlända elever i den svenska skolan har påtalats i flera studier (Bunar, 2010; Juvonen, 2015). Undervisningens innehåll, utformning och genomförande ska enligt Skollagen (2010: 800) vila på vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet. Det finns därför behov av studier som visar hur undervisningen av olika skolämnen kan planeras, utföras och analyseras för att kunna möta nyanlända elevers lärande på bästa sätt.

Det naturvetenskapliga språket

Flera forskare har ägnat sig åt att studera vad som är typiskt för naturvetenskapens språk och språkanvändning och dessa studier har visat att det naturvetenskapliga språket har unika drag samt ett eget sätt att skapa mening (t ex. Aikenhead, 2006; Halliday & Martin, 1993; Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003). Det är väldokumenterat att det naturvetenskapliga språket inte bara är svårt för andraspråkselever utan även upplevs svårt av elever som delar modersmål med lärare (Johnstone, 1991; Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001). Många elever söker sig bort från naturvetenskapliga ämnen och det finns många studier som har tittat på möjliga orsaker till det (se t.ex. Aikenhead, 2006; Broman, Ekborg & Johnels, 2011; Johnstone, 1991; Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001).

Det naturvetenskapliga språket fyller andra funktioner än vardagsspråket och inbegriper flera olika semiotiska resurser som till exempel bilder, tabeller, diagram, modeller och tecken, något eleverna behöver lära sig att förstå och använda (se t.ex. Kress, 2001 för en översikt). Det finns även många ord och begrepp som används i ett naturvetenskapligt sammanhang som man vanligtvis inte använder i vardagen och det finns många ord som man använder i vardagen som betyder något helt annat i naturvetenskapliga praktiker. Leif Östman (2014) exemplifierar detta med ordet ”sur”. Ordet får olika betydelser beroende på det sammanhang det används i, om vi pratar om hur något smakar, om hur vi känner oss eller om pH-värde. En direktöversättning av ordet hjälper därmed inte eleven att förstå vad ordet betyder, utan ordet får betydelse i det sammanhang det används. Detta är oerhört viktigt att tänka på när man undervisar andraspråkselever som allt som oftast får slå upp ord som de inte förstår. Orden får inte automatiskt betydelse genom en direktöversättning. Orden får sin betydelse i det sammanhang de används i där de görs begripliga genom att dessa sätts in i adekvata ämnesspråkliga sammanhang (Hägerfelth 2004; Östman 2014).

Lemke (1990) har studerat kommunikationsmönster i den naturvetenskapliga undervisningen och bygger sin forskning på sociokulturella perspektiv och socialsemiotisk teori. I sin

forskning betraktar han lärandet som situerat och att det sker genom interaktion och kommunikation. Lemke understryker att lära sig naturvetenskap är mer än att bara tillägna sig nya ord och begrepp, utan bör ses som ett sätt att lära sig handla i enlighet med den naturvetenskapliga praktiken där ord och begrepp används som verktyg för att ta oss fram mot olika syften. En slutsats Lemke drog av sina studier är att (Lemke 1990: ix):

“Talking science” does not simply mean talking about science. It means doing science through the medium of language.

Svårigheten för många elever att lära sig naturvetenskap grundar sig enligt Lemke i det sätt undervisningen av de naturvetenskapliga ämnena bedrivs i klassrummen. Lemke har genom klassrumstudier visat att elever får väldigt lite utrymme att tala naturvetenskap då läraren tar det största talutrymmet i undervisningen. Lärare förväntar sig att elever implicit ska lära sig hur det naturvetenskapliga språket används och byggs upp under samtal. Lemke hävdar dock att elever lär sig att tala naturvetenskap precis som när de lär sig ett nytt språk, genom att själva få tala det med människor som kan ämnesspråket i välvalda syften (Lemke, 1990).

Lemke fann att den vanligaste samtalsstrukturen i det naturvetenskapliga klassrummet är *triadisk* och består av tre steg där läraren först ställer en fråga, eleven svarar och samtalet avslutas med en utvärdering av läraren. Att upprätthålla en triadisk dialog har sina fördelar för läraren, men begränsar elevernas möjlighet att lära sig tala det naturvetenskapliga språket (Lemke, 1990; Mercer & Littleton, 2007; Sinclair & Coulthard, 1975).

Triadic dialogue tends to keep the thematics of the science content implicit and effectively hidden from many students despite the best efforts and intentions of a good teacher (Lemke, 1990: 24).

Samtalets centrala roll för lärandet betonas av fler forskare samt i de svenska läroplanerna (se t.ex. Mortimer & Scott, 2003; Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy, 1996; Skolverket, 2018). En förutsättning för att elever ska lära sig att tala naturvetenskap är att de erbjuds många tillfällen att samtala i undervisningen. Det är inte tillräckligt för elever att lyssna på när lärare kombinerar olika naturvetenskapliga begrepp och representationsformer. Elever måste själva lära sig att använda och kombinera naturvetenskapliga begrepp och representationer för att lära sig det naturvetenskapliga samtalets form och syfte, till exempel genom att få formulera egna frågor, argumentera, resonera och generalisera (Lemke, 1990). Om elevernas talutrymme mestadels är begränsat till att svara med korta yttranden på lärarens frågor så kan det hindra eleverna att lära sig tala det naturvetenskapliga språket (Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003).

Lemke använder begreppet ”genuin dialog” (true dialogue, Lemke, 1990: 55) och menar att en sådan dialogform kan erbjuda eleverna större möjligheter att lära sig tala naturvetenskap. En genuin dialog erbjuder eleverna till exempel möjlighet att svara på lärarens frågor utan att deras svar direkt värderas av läraren och istället erbjuder eleverna utrymme till längre uttalanden. En sådan dialog kan börja med att en lärare ställer en fråga som inte kräver ett rätt svar och därmed inte en direkt utvärdering. I en genuin dialog kan eleverna ges möjlighet att lära sig tala naturvetenskap, genom att själva få skapa relationer till olika begrepp och mellan olika begrepp.

Elevers egna aktiva språkanvändning är också nödvändigt om en lärare ska kunna se om eleverna lär sig i enlighet med undervisningens syften. Samtalen i undervisningen måste tillåta läraren att stödja och se att elevernas kunskaper utvecklas mot större självständighet att tala naturvetenskap. Naturligtvis gäller detta alla elever, men det är särskilt viktigt i mötet med andraspråkselever (Hägerfelth, 2004; Kouns, 2010; 2014; Nygård Larsson, 2011).

Flera studier har dokumenterat att andraspråkselevs samtal i naturvetenskapliga ämnen är begränsade till att svara på lärares frågor med ett eller några få ord, samt att eleverna i samtal med andra elever inte inkluderar för undervisningen relevant ämnesinnehåll (Hägerfelth 2004; Kouns, 2010; Ünsal, Jakobson, Molander & Wickman, 2016). Det finns också studier som visat

att nyanlända elever som får delta i undervisningen av skolämnen i ”vanliga” klasser inte får utrymme att delta i de samtal som förs i undervisningen och allt som oftast endast är kroppsligt integrerade i klasserna (Axelsson & Nilsson, 2013; Uddling, 2013). Det är därmed viktigt att erbjuda vetenskapliga studier som visar hur ämneslärare med genomtänkta strategier kan stödja andraspråkselever att lära sig det naturvetenskapliga språket.

Kemispråket

Enligt Skolverkets (2018) beskrivning definieras kemiämnet som ett ”naturvetenskapligt ämne som har sitt ursprung i människans behov av att förstå och förklara sin omvärld samt i intresset för hur materia är uppbyggd och hur olika livsprocesser fungerar. Kemi behandlar materiales egenskaper, struktur och funktion samt kemiska reaktioner och förändringar.”

I kemididaktik finns det en etablerad modell som kallas *Johnstones triangel*. Johnstone (1982) presenterade modellen för att beskriva kemiämnets uppbyggnad i termer av makroskopiska-, submikroskopiska- och symboliska representationsformer. Det makroskopiska är det observerbara eller kännbara fenomenen; det vi kan se, höra eller mäta vid en kemisk företeelse. Det submikroskopiska inkluderar till exempel atomer, molekyler och joner medan det symboliska innefattar kemiska beteckningar, formler, ekvationer och grafer (Johnstone, 1982; 1991).

Att kemiämnet anses svårt av många elever på gymnasiet kan enligt flera forskare bero på att kemiska fenomen behandlas med flera olika representationsformer i undervisningen (Gilbert & Treagust, 2009; Johnstone, 1982; Talanquer, 2011). Flera forskare har påtalat vikten av att gymnasieelever måste lära sig använda representationsformerna tillsammans för kunna tala om en kemisk företeelse på ett ändamålsenligt sätt i kemiundervisningen (Gilbert & Treagust, 2009; Jaber & BouJaoude, 2012; Johnstone, 1982; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003).

While the macroscopic observable chemical phenomena are the basis of chemistry, explanations of these phenomena usually rely on the symbolic and submicroscopic level of representations (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003: 1355).

Konsekvenserna av påståendet ovan är att eleverna behöver förstå den roll de olika representationsformerna spelar i kemi och hur dessa former används tillsammans för att kunna tala om en kemisk händelse ändamålsenligt. Studier har visat att eleverna generellt har svårigheter att använda kemins olika representationsformer i kemiundervisningen (Jaber & BouJaoude, 2012; Kozma & Russel, 1997; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003). Elever använder oftast en form av representation, vanligen makro, till exempel genom att beskriva vad de kan mäta, höra eller se under en laboration. De rör sig inte mellan representationsformer när de uppmanas att beskriva och förklara en kemisk företeelse (Kozma & Russel, 1997). Enligt Jaber och BouJaoude (2012) måste läraren explicit planera för att uppmärksamma eleverna på hur representationsformerna används tillsammans i samtal om kemiska händelser. I undervisningen får det inte tas för givet att eleverna lär sig att använda olika representationsformer genom att endast lyssna på när läraren gör det.

Treagust, Chittleborough och Mamiala (2003) har i en stor klassrumstudie, studerat över 50 kemilektioner i Australien med 16 åriga gymnasieelever, och visat att eleverna generellt hade svårt att förklara kemiska företeelser. Enligt författarna beror svårigheterna eleverna uppvisar på (Treagust, Chittleborough & Mamiala 2003: 1367):

1. Effective learning at a relational level of understanding requires simultaneous use of a variety of both levels of understanding and types of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations.

2. Despite the efforts of the teacher, the role of submicroscopic and symbolic representations may or may not be understood by the learner. Representations are used to help the learner learn; however, the findings from both studies showed that students do not always understand the role of the representation that is assumed by the teacher.

Syften i den naturvetenskapliga undervisningen

Att lära sig ett ämnesspråk innebär bland annat att lära sig vad som ska uppmärksammas och inkluderas i olika sammanhang (Lidar, Lundqvist & Östman, 2006). Det naturvetenskapliga språket är ett eget språk som uppkommit ur särskilda syften (Lemke, 1990), i den praktiken finns det ett särskilt sätt att uppmärksamma det som händer och det man ser (Lidar, 2010).

Att lära sig uppmärksamma innebär ett bemästrande av en praktik som använder kategorier på ett kompetent sätt, i ett relevant språkspel (Lidar, 2010: 18).

Flera studier har visat att det är svårt för elever att själva inkludera relevant innehåll i sina samtal i den naturvetenskapliga undervisningen vilket kan leda till att de inte tar sig mot önskat lärande. Vad elever uppmärksammar i undervisningen är dock avgörande för vad de lär sig (Lidar, Lundqvist & Östman, 2006).

Det som inkluderas i ett naturvetenskapligt samtal behöver göras explicit i undervisningen av ämneslärare (Lemke, 1990). Olika skolämnen har olika intressen och använder därmed olika ämnesinnehåll. Det är ämnesläraren som kan lära eleverna det specifika ämnesspråket (Östman, 2014). Detta blir tydligt om eleverna studerar en förbränningsreaktion i skolämnenas bild, hemkunskap eller i kemi. Vad man vill att eleverna ska få syn på och inkludera i sina samtal vid en sådan händelse är starkt knutet till det ämne man har undervisning i. Läraren har en viktig uppgift att skapa en undervisning där det blir synligt för eleverna vad som kännetecknar det ämnet man undervisar i termer av innehåll. Vikten av det naturvetenskapliga innehållet i samtalen mellan läraren och eleverna för att stödja elevernas lärande samt för att utveckla deras litteracitet i naturvetenskap har betonats av flera forskare (Knain, 2015; Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy, 1996; Mortimer & Scott, 2003).

Syftena med olika ämnen behöver göras explicita för eleverna i undervisningen. Det finns många olika sätt att dela in naturvetenskapens olika syften, men av intresse i den här avhandlingen är den som skapades av Joseph Schwab (Schwab, 1978; Wickman & Persson, 2008). Schwab (1978) delade in naturvetenskapens olika syften i flera intressen för att klargöra vilka som naturvetenskapen använder för att få kunskap. Dessa syften har översatts av Wickman och Person (2008) till olika kunskapsintressen, närmare bestämt: det *taxonomiska intresset*, *mätintresset*, *funktionsintresset* och *sammanhangsintresset* (Wickman & Person, 2008: 91). Ett taxonomiskt intresse innebär att man namnger, delar in och grupperar det man studerar. En elev som lär sig kemi måste lära sig dess taxonomi, till exempel att kunna namnge olika ämnen och använda termer och begrepp som finns i disciplinen ändamålsenligt. Mätintresset går ut på att *ändra* en eller flera variabler och *mäta* utfallet i syfte att studera samband mellan dem i en undersökning. Funktionsintresset hittar man framförallt inom medicin och har som syfte att svara på frågan ”Vad är orsaken till funktionen X?”, där funktionen till exempel kan vara ett sjukdomstillstånd som man vill utreda. Sammanhangsintresse innebär att man studerar hur olika händelser påverkar varandra och hänger ihop i syfte att bygga större helheter. För att angripa ett sådant intresse använder man kunskaper som man har uppnått genom mätintresset och/eller funktionsintresset och kan beskriva med hjälp av taxonomin som man tagit fram.

I en undervisningssituation kan en lärare ha ett eller flera intressen som hon vill att eleverna ska uppmärksamma och utreda. Det är därmed inte sagt att man kan behandla ett intresse åt gången utan dessa intressen hänger oftast samman i en naturvetenskaplig praktik. Hamza och Wickman (2009) har genom intervjuer med elever som läser kemi 1 på en gymnasieskola sett

att svårigheter att ta sig vidare och förklara vad som sker under en laboration med galvaniska celler kan bero på att eleverna har svårt att utreda taxonomiskt vilka ämnen de har i laborationen. Hamza och Wickman menar att under en laboration krävs det mer än bara konceptuell förståelse av vetenskapliga förklaringar för att eleverna ska kunna ta sig vidare i en aktivitet (Hamza & Wickman, 2009). Studien visar att för att eleverna ska kunna resonera kring reaktioner som sker i ett galvaniskt element behöver eleverna först uppmärksamma ett taxonomiskt intresse genom att utreda och namnge ämnen som finns i elementet. En viktig roll läraren har är därmed att uppmärksamma eleverna på vilka intressen de behöver behandla för att komma vidare mot önskat lärande. Vidare påvisas i studien att elevernas svårigheter att ta sig vidare under en laboration inte behöver betyda att eleverna saknar begreppsförståelse, utan kan ha andra orsaker.

En studie av Wickman (2004) visar betydelsen av att klargöra syften med undervisningen för studenter för att skapa förutsättningar för önskat lärande. Wickman studerade undervisningen med universitetsstudenter som arbetade med en laboration där de skulle utreda vilka lösningar som fanns i olika provrör med hjälp av kunskaper i oorganisk kemi. Det visade sig att studenterna inte använde sig av kunskaper i oorganisk kemi när de skulle utreda vilka lösningar de hade i provrören. Studenterna lyckades lösa uppgiften, men utan att använda kunskaper inom oorganisk kemi. Detta bidrog till att det inte blev synligt huruvida eleverna kunde eller lärde sig att använda kunskaper inom det efterfrågade arbetsområdet för att lösa uppgiften. Studien visar på svårigheten för studenter att veta vad de behöver inkludera för att komma vidare i en lärandeprocess i önskad riktning. Lärare har en viktig roll att i undervisningen skapa förutsättningar för att relevanta syften uppmärksammas och utreds av elever.

Exempel på didaktiska modeller inom de naturvetenskapliga ämnena

Didaktiska modeller är begreppsliga scheman, som har sin utgångspunkt dels i didaktiska teorier, dels i empiriska studier av undervisning och lärande. Didaktiska modeller tas fram i syfte att stödja lärare att planera, utföra samt analysera sin undervisning i de naturvetenskapliga ämnena (Duit, Gropengiesser, Kattmann, Komoreek & Parchmann, 2012).

Organiserande syften, är ett exempel på en didaktisk modell som har tagits fram av Johansson och Wickman (2011) genom klassrumstudier. Modellen kan användas av lärare för att skapa en undervisning där elevernas språk och erfarenhet kan knytas samman med undervisningens övergripande syften för att synliggöra en lärandeprogression. För att visa hur modellen kan användas för att studera undervisningen har författarna använt modellen i en klass med elever i elvaårsåldern där klassen arbetar med NTA-temat *Rörelse och konstruktion*. I studien visar författarna med hjälp av två exempel hur undervisning kan planeras, utföras och analyseras för att synliggöra en lärandeprogression (Johansson & Wickman, 2011).

En annan didaktisk modell som kan användas för att analysera undervisning och som har sina rötter i sociokulturella och pragmatiska perspektiv är *analys av praktiska epistemologier*, PEA (Wickman & Östman, 2002). Praktisk epistemologi är kunskap som finns och uttrycks i en praktik. Med praktisk epistemologi betonas att kunskap alltid är situerad. PEA öppnar upp för att synliggöra hur sociala interaktioner, artefakter och kommunikation i en situerad praktik kan påverka lärandet. PEA gör det även möjligt att analysera den riktning elevernas samtal i ett undervisningssammanhang tar i förhållande till det innehåll som ska läras. Flera studier inom didaktik har använt denna didaktiska modell för analys av undervisning i syfte att erbjuda förståelse och modeller som stöd till lärare för planering, utförande eller analys av undervisningen (Hamza & Wickman, 2009; Johansson & Wickman, 2011; Lidar, Lundqvist & Östman, 2006; Ünsal, Jakobson, Molander & Wickman, 2016).

Lidar, Lundqvist och Östman (2006) har identifierat olika språkligahandlingar; *epistemologiska riktninggivare*, som lärare använder sig av i undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena. Med epistemologiska riktninggivare kan lärare på olika sätt rikta elevernas samtal mot vad som bör inkluderas i ett naturvetenskapligt sammanhang (Lidar, Lundqvist & Östman, 2006). Fem epistemologiska riktninggivare som lärare använder i sin undervisning har identifierades av författarna i en studie av undervisning i ett naturvetenskapligt klassrum: *bekräftande, rekonstruerande, instruerande, genererande* och *om-orienterande riktninggivare* (Lidar, Lundqvist & Östman, 2006). Epistemologiska riktninggivare kan användas av lärare som en didaktisk modell för att rikta elevernas samtal under ett arbete mot undervisningens avsedda syften. En riktninggivare kan uppmärksamma eleven på vad som ska inkluderas och värderas i ett undervisningssammanhang, men om den inte är väl genomtänkt, kan den i värsta fall rikta elevernas uppmärksamhet bort från lektionens syfte. En medvetenhet och ökad förståelse hos lärare om olika riktninggivare och hur dessa påverkar det eleverna lär sig kan bidra till att lärare använder mer genomtänkta strategier i undervisningen för att rikta elevernas uppmärksamhet mot önskat lärande.

Teoretiskt ramverk

Syftet med den här avhandlingen är att visa hur lärare kan använda ämnesdidaktiska modeller för att stödja andraspråks elever (nyanlända) att lära sig kemi på gymnasiet. De didaktiska modellerna som används i avhandlingen är förankrade i sociokulturella och pragmatiska perspektiv på lärande.

Språkets betydelse för lärande

Språkets betydelse för lärande är central enligt många forskare med ett sociokulturellt perspektiv på lärande (Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003). En utgångspunkt i avhandlingsarbetet är att eleverna måste möta det naturvetenskapliga språket och använda det i välvalda syften för att kunna lära sig det.

Avhandlingen är influerad av Ludwig Wittgensteins filosofi om hur språket alltid är en del av en verksamhet. Språk och aktivitet är därmed sammankopplade. Det lärare och elever säger kan inte förstås utan det sammanhang som ger språket dess mening. Språket relateras i avhandlingen till det sociala och kulturella sammanhang det används i.

Ludwig Wittgenstein myntade termen *språkspel* och med det menar han att ord får sin betydelse i en verksamhet. Ett ord kan ha flera betydelser och man kan bara veta om elever förstår ett ord eller ett språk om de kan delta i den verksamhet som studeras, det vill säga om orden kan användas för att ”spela spelet” (Wittgenstein, 1953/2012). Många ord som används i kemiundervisning har en annan betydelse i vardagsspråket eller i ett annat skolämne, till exempel orden reaktion, sur, bas, neutral och reduktion. Dessa ord får sin betydelse i det sammanhang de används. Skolan har en viktig uppgift att lära elever vad ord betyder och hur ord används inom olika praktiker. Elever som lär sig kemi behöver bland annat lära sig vad ord betyder och hur ord används för att skapa mening i en kemipraktik. Därför har ämneslärare en viktig roll att lära elever att urskilja och använda olika ämnesspråk.

Studier har visat att *triadiska samtal* erbjuder eleverna lite utrymme att utreda vad ord betyder och hur ord används för att skapa mening i naturvetenskapliga ämnen (Lemke, 1990). Den triadiska samtalsformen kan därför hindra eleverna att lära sig det naturvetenskapliga språket. Enligt Lemke kan elever lära sig det naturvetenskapliga språket precis som de lär sig ett nytt språk, genom att tala det med ämneslärare som kan det språket, i en undervisning som erbjuder många tillfällen till *genuina samtal* (Lemke, 1990). I ett genuint samtal kan elever få möjlighet att utreda hur naturvetenskapliga ord och begrepp används och hur dessa sätts samman i längre uttalanden i välvalda syften.

Att erbjuda eleverna möjlighet till längre yttranden i undervisningen är också viktigt för att synliggöra om elevernas kunskaper utvecklas i enlighet med undervisningens mål. Detta är nödvändigt för att lärare ska kunna stödja elevernas lärande. Flera studier har visat att nyanlända elever får generellt väldigt lite talutrymme i undervisningen av skolämnen (Axelsson & Nilsson, 2013; Nilsson Folke, 2015; Uddling, 2013). Detta kan hindra eleverna att ta sig mot det önskade lärandet. Att eleverna är tysta kan ha många olika anledningar och därför är det viktigt att man inte likställer elevernas tystnad med att eleverna inte kan. Roger Säljö (2000) uttrycker det så här:

Det är viktigt att inte beskriva lärande, och problem att lära, som om de vore egenskaper hos individer och deras inneboende kognitiva förmågor. Detta är att göra det alldeles för enkelt. Istället har vi att göra med svårigheter att hantera och tillgodogöra sig mycket speciella former av kommunikation som inte i någon större utsträckning bekräftas i vardagliga erfarenheter (Säljö, 2000: 200).

I avhandlingen används samtalsformer, triadiska och genuina samtal, som en didaktisk modell för att analysera och revidera undervisningen med andraspråkselever. Syftet är att synliggöra vad eleverna erbjuds att lära sig med olika samtalsformer i den reguljära kemiundervisningen samt att visa hur man kan använda modellerna för att ge eleverna ökade förutsättningar för synligt lärande.

Kontinuitetsprincipen

I avhandlingen utgår jag också från Deweys (1938/1997) *kontinuitetsprincip* (principle of continuity, Dewey, 1938/1997: 35). En viktig aspekt av denna är att lärande kan betraktas som att omforma tidigare vanor och skapa nya vanor som hjälper eleven att bättre delta i olika ämnespraktiker. Enligt kontinuitetsprincipen behöver elevernas erfarenheter göras kontinuerliga med undervisningens mål och undervisningen behöver därmed utformas på ett sätt där det blir möjligt att kombinera elevernas tidigare erfarenheter med det nya de behöver lära sig.

En didaktisk modell som tar avstamp i kontinuitetsprincipen och som används i avhandlingen är *organiserande syften* (Johansson & Wickman, 2011). Organiserande syften används för att analysera den reguljära undervisningen med andraspråkselever och för att designa en ny lektion i syfte att skapa en synlig lärandeprogession som kan följas genom de samtal som förs under lektionen. Organiserande syften utgörs av *närliggande syften* och *övergripande syften*. Ett närliggande syfte kan vara en frågeställning som eleverna kan undersöka, samtala om eller diskutera under en inledande aktivitet. Det närliggande syftet har som målsättning att få eleverna att känna att de äger sitt lärande samt att skapa ett behov hos eleverna för det nya de ska lära sig (Lijnse & Klaassen, 2004). Det är även viktigt att det närliggande syftet kan fungera som *mål i sikte*. Om eleverna tar sig vidare i den aktivitet som erbjuds, säger man att det närliggande syftet blir mål i sikte. Man kan analysera om det närliggande syftet blir mål i sikte genom att studera om eleverna kan ta sig vidare i aktiviteten. Det övergripande syftet är det syfte som läraren har med en eller flera lektioner, det vill säga det som eleverna ska lära sig i undervisningen.

Det är nödvändigt att läraren skapar förutsättningar i undervisningen att koppla samman de närliggande och övergripande syftena genom att synliggöra att elevernas erfarenheter görs kontinuerliga med det övergripande syftet. Läraren har en viktig uppgift att skapa förutsättningar där kontinuitet kan uppstå. Detta kan läraren uppnå genom att länka samman det eleverna säger under den inledande aktiviteten med det nya som ska introduceras.

För att elevernas erfarenheter ska göras synligt kontinuerliga med det övergripande syftet är det nödvändigt att eleverna har ett stort talutrymme där det blir tydligt för läraren vad eleverna uppmärksammar och utreder i sina samtal. I avhandlingen visas hur de didaktiska modellerna organiserande syften och samtalsformer kan komplettera varandra för att analysera, planera och utföra lektioner som stödjer elevernas lärande.

Att lära sig ett ämnesspråk

Att lära sig ett ämnesspråk innebär att lära sig vad som ska inkluderas i olika skolämnen, ”till exempel att man lär sig ett nytt sätt att undersöka, uppmärksamma, använda språket och dra slutsatser” (Lidar, 2011: 28). Lärande i den meningen ses som ett utökande av elevernas handlingsalternativ och inte endast som ett tillägnande av ett antal begrepp eller information om hur

saker ”är” (Lidar, 2011). Elevernas lärande påverkas av vad de får möta och göra i undervisningen och vilka vanor som premieras. Vad elever möter och inkluderar i undervisningen är därmed avgörande för vad de lär sig (Hamza & Wickman, 2009; Lidar, Lundqvist & Östman, 2006).

I avhandlingen tar jag avstamp i tidigare studier som har visat vikten av att lärare uppmärksammar eleverna på vad som ska inkluderas i en naturvetenskaplig praktik för att kunna ta sig vidare i undervisningen på ett ändamålsenligt sätt (Gilbert & Treagust, 2009; Hamza & Wickman, 2009; Lidar, Lundqvist & Östman, 2006; Wickman, 2004).

Schwabs indelning av naturvetenskapens *kunskapsintressen* används i avhandlingen som en didaktisk modell i syfte att fokusera de intressen en undervisningssekvens har. Wickman och Persson (2008) har benämnt dem det *taxonomiska intresset*, *mätintresset*, *funktionsintresset* och *sammanhangsintresse*. I avhandlingen behålls denna indelning, men jag benämner mätintresset och sammanhangsintresset för *sambandsintresse* respektive *förklaringsintresse* eftersom detta ligger närmare de didaktiska funktioner dessa intressen har i undervisningen. Syftet med avhandlingen är att visa hur lärare kan använda kunskapsintressen som en didaktisk modell för att analysera, planera och utföra en lektion där det blir synligt vad eleverna uppmärksammar och utreder i undervisningen i termer av intressen.

Beträffande kemiundervisning är det väldokumenterat att gymnasieelever behöver använda kemins olika representationsformer för att till exempel lära sig förklara olika kemiska händelser. I avhandlingen använder jag Johnstones triangel (Johnstone, 1982) som en didaktisk modell för att synliggöra de olika representationsformer elever behöver inkludera i undervisningen när de utreder olika kunskapsintressen för att ta sig mot önskat lärande. Det finns många studier som har visat att om en elev ska kunna beskriva vad som händer och förklara det som händer vid kemiska reaktioner på ett ändamålsenligt sätt, är det viktigt att eleven använder representationsformerna simultant (Gilbert & Treagust, 2009; Jaber & BouJaoude, 2012; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003). Avhandlingen syftar till att visa hur läraren kan använda representationsformer för att planera en undervisning som stödjer andraspråkseleverna att använda kemins olika representationer ändamålsenligt. Att lära sig vilka intressen man inkluderar i en kemipraktik och hur man använder representationsformerna för att utreda dessa intressen är en del av att lära sig kemi.

Sammanfattningsvis använder jag fyra väletablerade modeller – samtalsformer, organiserande syften, kunskapsintressen och representationsformer – för att analysera lärande under en kemilektion med nyanlända elever i en språkintruktionsklass på gymnasiet samt för att visa hur lärare kan använda modellerna för att bättre stödja elevernas lärande. Modellerna har tidigare använts med enspråkiga elever, men avhandlingen visar hur de kompletterar varandra och är viktiga att använda även tillsammans med andraspråkselever för att stödja deras lärande. Samtalsformer (Lemke, 1990), kunskapsintressen (Schwab, 1978) och representationsformer (Johnstone, 1991) har inte benämnts didaktiska modeller av sina upphovsmän i tidigare studier, men i det här arbetet visar jag hur dessa kan användas som just didaktiska modeller för att planera, utföra och analysera undervisningen i kemi.

Metod

Datainsamling

Datainsamlingen är genomförd på en skola där jag var den undervisande läraren i kemi. Undervisningen genomfördes i två cykler för att utpröva fyra didaktiska modeller med två olika klasser med nyanlända elever som läste om redoxreaktioner under fyra veckor. Klasserna hade 16 respektive 18 elever i åldern 16–20 år.

Eleverna i studien gick i en språkintruktionsklass på en gymnasieskola i en förort där nästan alla elever på skolan hade svenska som andraspråk. Eleverna som deltog i studien hade bott i Sverige från ett par månader upp till två år. Deras kunskaper i svenska varierade från liten till god vardagsanvändning. Samtliga elever hade grundskolebetyg i matematik, biologi, fysik och kemi samt i ytterligare sex ämnen från sina hemländer eller från tidigare studier i Sverige. För en del elever låg de tidigare studierna i skolämnen flera år bakåt i tiden, medan andra elever hade mer färiska ämneskunskaper med sig då de precis hade lämnat sitt hemland med en gedigen utbildning.

Eleverna kunde inte påbörja sina studier på ett nationellt gymnasieprogram eftersom de saknade betyg i svenska. Eleverna i studien hade själva valt att läsa svenska som andraspråk och gymnasiekurserna Kemi 1, Biologi 1 och Matematik 1C.

Klasserna bestod av elever från olika delar av världen och det fanns 8–10 olika modersmål representerade i klasserna. Samtliga elever som läste kemi hade modersmålsundervisning parallellt, där fokus låg på att fortsätta lära sig modersmålet och inte på att lära sig olika skolämnen. Skolan erbjöd studiehandledning i kemi, biologi och matematik på modersmål, men det var svårt att rekrytera lärare med relevanta ämneskunskaper, vilket bidrog till att flertalet elever valde bort studiehandledning på sitt modersmål, då de inte ansåg att det hjälpte dem med skolämnen. För att ge dem extra stöd i skolämnen under skoltid erbjöd skolan extra resurstid med mig. Alla elever kom till resurstiden.

Under första cykeln filmades och ljudinspelades sammanlagt 10 lektioner. Vid samtliga lektioner användes kameror och diktafoner. Fyra kameror användes för att täcka alla elever, läraren och tavlan. För att säkerställa god ljudupptagning placerades diktafoner på varje bänk i klassrummet. Inspelningarna gjordes under vårterminen när eleverna hade läst en stor del av kemikursen. Jag planerade och genomförde samtliga lektioner på samma sätt som tidigare år för att skapa en bekant och autentisk utgångspunkt för förbättring. Undervisningen hade tidigare behandlat materialets uppbyggnad, klassificering och kemisk bindning.

Analyser av samtliga lektioner påbörjades när kemikursen avslutats och jag inte längre undervisade eleverna i något ämne. Efter en genomgång av samtliga lektioner, valdes första lektionen ut för transkription och djupare analys. Alla samtal i klassrummet transkriberades ordagrant och lektionen analyserades med hjälp av de fyra didaktiska modellerna samtalsformer, organiserande syften, kunskapsintressen samt representationsformer.

Eleverna i klassrummet som talade arabiska använde ofta sitt modersmål med varandra under grupparbetet. Jag talar också arabiska och i de transskript som har valts ut i studien har jag översatt samtal på arabiska till svenska och angett detta med kursiv stil.

Analysen av lektion ett i cykel ett användes sedan för att designa samma lektion ett år senare i cykel två med en ny klass. I den andra cykeln filmades, ljudinspelades, transkriberades och

analyserades lektion ett på samma sätt som under första cykeln. Urval av inspelat material liksom analyser och design är gjorda tillsammans med min huvudhandledare.

Lektionernas innehåll

Lektionerna som studerades och designades i avhandlingen behandlade arbetsområdet redoxreaktioner. Syftet med lektionerna som ingick i studien var att eleverna skulle lära sig tala om redoxreaktioner med hjälp av elektronmodellen. De vanligaste modellerna som används i kemiböcker på gymnasiet när man behandlar redoxreaktioner i oorganisk kemi är elektronmodellen och oxidationstalsmodellen (Österlund, Berg & Ekborg, 2010). I böckerna definieras oxidation och reduktion som reaktioner, skrivna bland annat med kemiska formler, där elektroner avges eller upptas helt eller delvis (Österlund, Berg, Ekborg, 2010). Inom redoxkemi är det därför viktigt att eleverna lär sig att använda dessa modeller för att kunna använda begrepp som oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel när de beskriver och förklarar en redoxreaktion vid ett praktiskt försök. Detta förutsätter i linje med annan kemididaktisk forskning att eleverna kan använda sig av kemins tre representationsformer simultant.

Didaktisk modellering

Avhandlingen ingår i forskningsfältet didaktisk modellering (Duit, Gropengiesser, Kattmann, Komoreek & Parchmann, 2012). Didaktisk modellering har som mål att utveckla och pröva modeller för undervisning i syfte att erbjuda lärare begreppsliga verktyg, som har en vetenskaplig grund. Didaktiska modeller kan användas av lärare vid planering, genomförande, utvärdering eller bedömning. I den här avhandlingen utgår jag från min befintliga undervisningspraktik där jag är den undervisande läraren och använder fyra väletablerade modeller för att analysera, utföra och planera undervisning som bättre stödjer andraspråkselevs lärande. Dessa modeller har tidigare använts var för sig i enspråkiga sammanhang, men i avhandlingen visar jag hur de kan kombineras för att stödja andraspråkselever att lära sig tala kemi.

Forskningsetiska överväganden

Jag följde vetenskapsrådets generella etiska riktlinjer för humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning (Vetenskapsrådet, 2012). Vid datainsamlingen informerades alla elever om studiens syfte samt om hur data skulle hanteras och användas. Alla elever informerades om att deras deltagande var frivilligt och att de kunde avbryta sitt deltagande när de ville. Skriftlig information lämnades till eleverna om studien där studiens syfte beskrevs. På den skriftliga informationen fanns det kontaktuppgifter till mig och till min handledare. Jag fick skriftligt godkännande av de som ville delta i studien. Utöver det fick eleverna vid varje inspelning ta ställning till om de ville bli filmade och ljudinspelade. Vid flertalet lektioner fanns det elever som valde att inte bli filmade och då fick jag göra särskilda anpassningar för att möta deras behov.

Inga analyser av det insamlade materialet gjordes under den tid jag undervisade eleverna för att säkerställa att jag som undervisande lärare inte påverkades av det jag spelade in under lektionerna i den bedömning jag gjorde av deras förmågor. Alla deltagare garanterades anonymitet och därför har jag inte använt några namn i avhandlingen.

Reliabilitet, validitet och generaliserbarhet

En kvalitativ studie som denna har ett begränsat kvantitativt underlag, i form av tio lektioner i cykel ett och en designad lektion i cykel två. Några generella slutsatser om hur all kemiundervisning med andraspråkselever ser ut eller kan designas kan därmed inte dras. Vid kvalitativa studier inom undervisning kan man bara visa vad som varit möjligt i en viss situation (Biesta & Burbules, 2003) och därmed är inte syftet med min avhandling att visa hur all kemiundervisning bör bedrivas med alla andraspråkselever. Hur pass generella slutsatserna i studien är, beror på i vilken mån de går att överföra på andra liknande sammanhang (Jakobson, 2008; Walker, 2012).

Avhandlingsarbetet visar hur lärare kan använda ämnesdidaktiska modeller i planering, utförande och analys av lektioner med nyanlända elever som läser kemi på ett språkintruktionsprogram. Resultaten från avhandlingen kan därmed bidra med kunskap om faktorer som påverkar andraspråkselevs lärande samt visa hur man mer generellt kan analysera och designa undervisning för att stödja andraspråkselevs lärande i kemi och i naturvetenskapliga ämnen i allmänhet.

Avhandlingens reliabilitet, tillförlitlighet, har beaktats genom att urval av lektion för transkription, urval av transskript, analyser av lektionerna samt design av lektionen i cykel två har gjorts i samråd med huvudhandledaren, detta i syfte att öka studiens tillförlitlighet.

Jag har i avhandlingen försökt att utförligt beskriva metod, det teoretiska ramverket och analys för att säkerställa att läsare kan tydligt se hur jag fått fram resultaten för att själva kunna göra en bedömning av avhandlingens validitet, trovärdighet.

Analysmetoder

Den första lektionen i cykel ett valdes för analys och transkriberades ordagrant. Lektionen analyserades och analysen användes för att designa samma lektion ett år senare med en ny klass. I cykel två filmades, ljudinspelades, transkriberades och analyserades den designade lektion på samma sätt som under den första cykeln.

För att underlätta analysen delades de analyserade lektionerna in i fem moment utifrån vilka närliggande syften de behandlade. I Tabell 1 finns en översiktlig planering av lektion ett i cykel ett och för den designade lektionen i cykel två.

Tabell 1. Lektionsmoment under lektion 1 i de två cyklerna (från Artikel 1).

| Moment | Cykel 1 | Cykel 2 |
|--------|--|--|
| 1 | Helklassamtal om olika reaktionstyper | Helklassamtal om olika reaktionstyper |
| 2 | Grupparbete där eleverna ska samtala om "Vad händer när stålull glöder?" | Grupparbete: Eleverna får i grupper utföra ett försök där de ska beskriva vad de har, vad som bildas och att förklara vad som bildas. Grupperna får utföra olika försök. |
| 3 | Genomgång i helklass av reaktionsformler och elektronförflyttningar när järn reagerar med syrgas. | Grupperna får berätta för varandra om vad de kom fram till i moment 2. |
| 4 | Läraren demonstrerar i helklass stålull som glöder på en balansvåg | - |
| 5 | Genomgång i helklass om syrets reaktion med järn, vad som bildas och varför som stöd för att introducera begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel | Genomgång av alla gruppöversök i helklass som stöd för att introducera begreppen, oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel |

Studien utfördes i tre på varandra följande steg. I det *första steget* analyserades lektionen i första cykeln i sin helhet med hjälp av en *analys av praktiska epistemologier* (PEA) samt de fyra didaktiska modellerna *samtalsformer*, *organisierande syften*, *kunskapsintressen* och *representationsformer*.

PEA är en analysmetod som bygger på ett pragmatiskt och sociokulturellt perspektiv på lärande (Wickman, 2004). I PEA ligger fokus på att studera språk och handling i en aktivitet för att synliggöra elevernas möjligheter att lära sig det som undervisningen avser (Wickman, 2004; Wickman & Östman, 2002). I PEA används fem begrepp i syfte att analysera meningsskapande, *möte*, *stå fast*, *syfte*, *mellanrum* och *relation*.

Utgångspunkten i analysen som gjordes var att identifiera syftena; de närliggande och de övergripande syften med de aktiviteter som fanns under lektionen, vilka i första hand var de syften som eleverna och läraren hade. I analysen undersöktes om det var synligt att de närliggande syftena som läraren gav eleverna blev mål i sikte för eleverna och om de blev kontinuerliga med de övergripande syftena.

Vidare analyserades vilka *mellanrum* som lärare och elever uppmärksammande och vilka *relationer* de skapade till mellanrummen under lektionen. Under ett samtal skapar lärare och elever relationer för att överbrygga mellanrum. Ett mellanrum uppstår när eleverna möter en fråga som behöver besvaras eller ett problem som behöver lösas för att man ska komma vidare i en situation. När ett mellanrum fylls med hjälp av något som inte behöver ytterligare förklaring beskrivs det som att det fylls med något som *står fast*. Om mellanrummet inte fylls med relationer och frågan kvarstår sägs det att mellanrummet *dröjer kvar*.

Begreppet *möte* används i PEA för att synliggöra vad eleverna möter i undervisningen och hur det påverkar elevernas lärande. I undervisningen kan eleverna möta varandra och läraren, de kan möta olika artefakter samt olika handlingar. De möten som erbjuds i undervisningen har betydelse för vad som står fast för eleverna, för de relationer de skapar och för vilka mellanrum de uppmärksammar.

Följande exempel illustrerar hur begreppen används i analysen:

Lärare: Vad händer här?

Elev: Stålull reagerar med syre

Lärare: Vad är det för ämne i stålullen som reagerar med syre?

Läraren uppmärksammar eleven först på mellanrummet "Vad händer här?" Eleven kan då skapa relationer för att fylla mellanrummet. I exemplet skapar eleven relationen "stålull reagerar med syre" för att fylla mellanrummet. Vi ser att de två ämnen som reagerar står fast i samtalet då detta inte kräver en vidare förklaring. Läraren uppmärksammar eleven på ett nytt mellanrum: "Vad är det för ämne i stålullen som reagerar med syre?" Vi ser att eleven nu i mötet med läraren uppmärksammar ett nytt mellanrum. Det mötet riktar samtalet mot ett nytt lärande.

I analysen undersöktes även de samtalsformer som läraren använde med eleverna för att synliggöra om samtalen var triadiska eller genuina. För att kunna göra en PEA är det nödvändigt att eleverna samtalar med längre yttranden på ett sammanhängande sätt, det vill säga att samtalsformen inte är triadisk utan att samtalsformen är mer av en genuin karaktär. Vid ett genuint samtal kan PEA användas för att se i vilken utsträckning eleverna själva får möjlighet att skapa relationer som tar dem vidare mot de syften som lektionen har och därmed se vad eleverna erbjuds att lära sig. Det är endast i ett genuint samtal som eleverna kan ges tillfällen till att själva skapa relationer i förhållande till syftena.

Slutligen gjordes en analys med fokus på innehållet i de mellanrum eleverna erbjöds och uppmärksammade samt vilka relationer eleverna fyllde mellanrummen med i termer av kunskapsintressen och representationsformer. Det är inte alltid elever uppmärksammar relevanta mellanrum själva. Därför behöver läraren ha explicita strategier där det blir tydligt för eleverna vad de ska behandla i sina samtal. I vissa sammanhang kan det vara så att ett mellanrum som uppmärksammas av eleverna inte fylls alls av dem och dröjer kvar, medan det i andra sammanhang fylls med felaktiga relationer. I båda dessa fall hindras eleverna att ta sig vidare mot det

övergripande syftet med undervisningen. Om eleverna till exempel bara fokuserar på att beskriva makroskopiskt vad som händer vid en kemisk reaktion, kan det hindra dem från att behandla en reaktion med relevanta relationer och därmed hindra dem från att lära sig hur man talar om en reaktion i enlighet med den kemipraktik de deltar i.

Resultatet av analyserna av samtliga moment under lektionen kategoriserades således efter:

A. De *samtalsformer* som användes under lektionen

B. Om närliggande syftena blev *mål i sikte* för eleverna och *kontinuerliga* med det övergripande syftet.

C. Vilka mellanrum eleverna uppmärksammade och vilka relationer de skapade i sina samtal i termer av

I. kunskapsintressen

II. representationsformer

I det *andra steget* användes analysen för att designa ändringar i lektionen med hjälp av de fyra didaktiska modellerna i syfte att synliggöra att eleverna lär sig kemi. Designen användes sedan vid utförandet av lektionen i cykel 2.

I det *tredje steget* analyserades den designade lektionen på samma sätt som lektionen i cykel ett för att se hur elevernas möjligheter att tala kemi hade ändrats med hjälp av de fyra didaktiska modellerna som använts.

Resultat

Resultatet redovisas under två rubriker, *Artikel 1* och *Artikel 2*. Under *Artikel 1* sammanfattar jag resultatet från analysen av lektionerna i cykel ett och två med fokus på de didaktiska modellerna samtalsformer och organiserande syften.

Under rubriken *Artikel 2* visar jag hur jag använde de didaktiska modellerna kunskapsintressen och representationsformer för att skapa planeringen i cykel två med fokus på kemiinnehållet. Jag visar även hur planeringen användes av läraren i cykel två.

Artikel 1

Det övergripande syftet med lektionen som studeras i cykel ett och två var att eleverna skulle lära sig använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel för att beskriva och förklara vad som händer vid en redoxreaktion med hjälp av elektronmodellen.

En analys av samtalsformen i helklassamtalen i cykel ett, det vill säga den reguljära undervisningen med nyanlända elever som läser kemi 1 på ett introduktionsprogram, visade att samtalen under lektionen var genomgående strängt triadiska, vilket bidrog till att blev osynligt vilka mellanrum eleverna faktiskt uppmärksammade och vilka relationer de faktiskt skapade.

Flera naturvetenskapliga begrepp användes av läraren och eleverna i helklassamtalen, men analysen visade att begreppen inte användes och kopplades samman av eleverna till fungerande kemisamtal. De triadiska samtalen bidrog även till att eleverna skapade otydliga och felaktiga relationer till naturvetenskapliga begrepp. Det beror på att eleverna inte gavs utrymme att korrigera felaktiga relationer som de skapade till mellanrum som läraren erbjöd, utan läraren korrigerade det eleverna sa implicit. Eleverna gavs inte utrymme att själva utreda hur man använder naturvetenskapliga begrepp på ett fungerande sätt. Detta bidrog till att det blev omöjligt för eleverna att få syn på hur begreppen används i fungerande kemisamtal.

En analys av samtalsformen under gruppsamtalen, där eleverna skulle tala om vad som händer när stålull glöder, visade att eleverna kunde tala i fullständiga satser, vilket antyder att det triadiska samtalet i helklass inte var nödvändigt på grund av elevernas språkkunskaper. I samtalen använde dock inte eleverna naturvetenskapliga begrepp som kunde leda mot lektionens övergripande syfte; att lära sig använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel.

En analys av de organiserande syftena under helklassamtalen visade att de närliggande syftena inte blev mål i sikte för eleverna och det skapades därmed ingen länk i dessa samtal till lektionens övergripande syfte. Detta var ett resultat av den strängt triadiska samtalsformen. Under grupparbetet när eleverna samtalade med varandra om en redoxreaktion kunde man dock se att det närliggande syftet blev mål i sikte, men inte kontinuerligt med det övergripande syftet. Det avgörande problemet under gruppaktiviteten var att eleverna inte erbjöds att uppmärksamma relevanta mellanrum som skapade ett behov av att fyllas med relationer som kunde bli kontinuerliga med lektionens övergripande syfte. När läraren bad eleverna att beskriva vad som händer när stålull brinner fokuserade eleverna på att beskriva vad som händer makroskopiskt. Eleverna uppmärksammades inte på fler mellanrum som kunde rikta deras uppmärksamhet mot att skapa relevanta relationer.

Med utgångspunkt från dessa resultat syftade designen av lektionen i cykel 2 till två viktiga förändringar:

1. Att i helklassamtal bryta den triadiska samtalsformen och skapa ett ökat samtalsutrymme för eleverna. Detta krävde att läraren undvek att ställa frågor som värderades direkt eller korrigerades implicit. Läraren behövde i dessa samtal ge eleverna möjlighet, genom att erbjuda fler mellanrum, att få utveckla sina svar för att kunna skapa relationer till och mellan naturvetenskapliga begrepp samt för att få syn på hur eleverna ”talar kemi”. Det är viktigt att det i dessa samtal blir synligt att eleverna skapar korrekta relationer till och mellan begrepp så att läraren ser att de lär sig att använda kemispråket ändamålsenligt.

2. Att läraren erbjöd eleverna tydliga närliggande syften som blir mål i sikte för eleverna, men också kontinuerliga med det övergripande syftet. De närliggande syftena som läraren erbjöd behövde skapa ett behov hos eleverna att koppla samman nya begrepp med relevanta erfarenheter. För att uppnå detta behövde läraren uppmärksamma eleverna på relevanta mellanrum. Eleverna behövde skapa relevanta relationer till mellanrummen och använda relevanta begrepp som kunde göras kontinuerliga med lektionens övergripande syfte.

Analysen av lektionen i cykel 2 visade att eleverna fick större talutrymme när läraren i största mån undvek triadiska samtal och skapade större möjlighet för eleverna att delta i ett mer genuint naturvetenskapligt samtal. Detta gjorde läraren genom att inte värdera elevernas svar direkt utan uppmanade istället eleverna att utveckla sina svar för att synliggöra hur eleverna använder naturvetenskapliga begrepp. En annan viktig förändring i helklassamtalen som bidrog till ett synligt lärande var att begrepp som användes felaktigt i helklassamtal av eleverna inte korrigerades direkt av läraren, utan eleverna fick möjlighet att utreda hur begreppen används i ett fungerade kemisamtal.

När eleverna fick möjlighet att utveckla sina svar blev det även synligt att de närliggande syftena blev mål i sikte och kunde göras kontinuerliga med lektionens övergripande syfte. Genom att klargöra syftena med lektionens olika moment blev det lättare för läraren att uppmärksamma eleverna på mellanrum som eleverna behövde skapa relationer till. Under grupparbetet talade till exempel eleverna om vad som händer under en redoxreaktion i termer av elektronförflyttning mellan olika ämnen och det kunde läraren använda för att skapa kontinuitet till det övergripande syftet. Detta gjordes möjligt då läraren uppmärksammade eleverna på mellanrum under grupparbetet som hjälpte eleverna att få syn på vad som ska inkluderas i samtalen när de studerar en redoxreaktion.

Artikel 2

I cykel ett använde läraren elektronmodellen för att beskriva redoxreaktioner. Det är den vanligaste kemiska modellen som används även i kemiböcker från gymnasiet när de behandlar redoxreaktioner i oorganisk kemi (Österlund, Berg, Ekborg, 2010).

Analysen av cykel ett visade inte att eleverna lärde sig att tala kemi. Detta var synligt då eleverna inte behandlade relevanta intressen med relevanta representationsformer i de samtal de deltog i. Ett avgörande problem i undervisningen som bidrog till detta var att syftena eleverna fick av läraren under de närliggande aktiviteterna inte var tydliga. Eleverna uppmärksammade inte relevanta mellanrum när de skulle tala om en redoxreaktion och skapade inte heller relationer som kunde göras kontinuerliga med lektionens övergripande syften. Detta hindrade eleverna från att ta sig mot önskat lärande.

Syftet med resultaten i artikel 2 är att visa hur två ämnesdidaktiska modeller, *kunskapsintressen* och *representationsformer* kan användas för att planera och utföra ett grupparbete i kemi för att synliggöra hur andraspråkselever lär sig att tala kemi. Resultaten redovisas under två rubriker, *Planering* och *Utfall*.

Planering

Syftet med det här avsnittet är att visa hur lärare kan använda de ämnesdidaktiska modellerna, kunskapsintressen och representationsformer för att planera ett grupparbete om redoxreaktioner i kemi med andraspråkselever.

Planeringen hade som övergripande mål att eleverna skulle lära sig tala om en redoxreaktion med hjälp av elektronmodellen för att vidare lära sig använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel när de talade om en redoxreaktion.

Jag redovisar planeringen av delmoment två i cykel två (se Tabell 1). Under moment två utförde eleverna försök som inbegrep redoxreaktioner i syfte att eleverna skulle få en aktivitet där de fick använda sina erfarenheter och kunskaper i kemi. Moment två är intressant för att det gav eleverna stort talutrymme och gjorde det möjligt för läraren att interagera med eleverna och synliggöra vad eleverna inkluderade i sina samtal.

I cykel ett inkluderade inte eleverna relevant ämnesinnehåll när de talade om en redoxreaktion. En bidragande orsak till detta var att de syftena eleverna fick under den närliggande aktiviteten under moment 2 inte var tillräckligt tydliga för eleverna.

Läraren har en viktig roll i att uppmärksamma eleverna på relevanta mellanrum i de aktiviteter som erbjuds och se att eleverna fyller dessa med relevant ämnesinnehåll. Läraren kan i de fall eleverna inte uppmärksammar relevanta relationer rikta elevernas uppmärksamhet mot nya mellanrum och relationer som kan bli relevanta för aktivitetens syfte. Jag visar hur detta kan göras möjligt med hjälp av de ämnesdidaktiska modellerna, kunskapsintressen och representationsformer.

Planeringen av moment två visar vad som kännetecknar de mellanrum eleverna behöver uppmärksamma samt vilka relationer de behöver skapa när de studerar en redoxreaktion för att lära sig tala om redoxreaktionen i enlighet med lektionens syften.

För att elever skulle kunna tala om en redoxreaktion i termer av elektronförflyttningar som sker mellan ämnena, behövde de uppmärksamma och behandla flera intressen med flera representationsformer.

Följande tre grundläggande mellanrum behövde eleverna få syn på och behandla:

Vad har vi för ämnen?

Vad händer när vi för samman dem?

Varför händer detta?

En analys av dessa mellanrum visar att de inbegriper tre olika intressen. Det första mellanrummet har ett taxonomiskt intresse, det andra har ett sambandsintresse och det tredje har ett förklaringsintresse. Det taxonomiska intresset innebär att eleverna måste utreda och namnge de ämnen som finns i en redoxreaktion för att kunna tala om vad som händer under reaktionen mellan reaktanterna för att slutligen kunna förklara den kemiska händelsen. Dessa intressen måste även behandlas med relevanta representationsformer av eleverna för att bli relevanta för lektionens syften.

För att illustrera hur jag har tagit fram planeringen har jag utgått från en redoxreaktion som är vanligt förekommande i kemiundervisningen, nämligen stålull i kopparsulfatlösning.

För att kunna samtala om en redoxreaktion utifrån elektronmodellen behöver eleverna börja med att utreda vilka ämnen som finns med i reaktionen. Det är ett *taxonomiskt* mellanrum som måste tillgodoses för att eleverna ska kunna ta sig vidare och kunna tala om reaktionen i termer av elektronförflyttningar mellan olika ämnen. Eleverna kan utreda vilka ämnen som finns på en makroskopisk nivå; att det finns stålull och en saltlösning. Det räcker dock inte för lektionens ändamål och det är viktigt att eleverna kan urskilja vilka ämnen som finns på den submikroskopiska nivån, d.v.s. vilka atomslag/molekyler/jonföreningar som finns med under reaktionen.

Eleverna behöver uppmärksamma att det finns järnatomer i stålullen och kopparjoner, sulfationer och vattenmolekyler i saltlösningen för att ta sig vidare. Att taxonomiskt urskilja om ämnena är i atomform eller i jonform är viktigt vid många redoxreaktioner. Läraren måste göra det explicit för eleverna att de ska utreda det taxonomiska intresset med flera representationsformer. Detta kan läraren göra genom att till exempel be eleverna att skriva upp de kemiska beteckningarna på alla ämnen som finns med i reaktionen. På det sättet kan läraren även göra det synligt huruvida eleverna utreder submikroskopiskt vilka ämnen som ingår i redoxreaktionen och dessutom få syn på om eleverna kan skilja på atomer, molekyler och joner.

När eleverna har utrett vilka ämnen som finns med i reaktionen makroskopiskt, submikroskopiskt och symboliskt kan de gå vidare och fylla det andra mellanrummet ”Vad händer när vi för samman dem?”. Detta mellanrum har ett *sambandsintresse*.

Resultat från artikel ett visar att det inte var tydligt för eleverna vad läraren syftade på när hon bad dem att beskriva vad som ”händer” vid en redoxreaktion. Eleverna beskrev vad som hände i cykel ett i makroskopiska termer, nämligen viktförändringar och färgförändringar som sker vid reaktionen. Dessa former är nödvändiga men inte tillräckliga för att kunna tala om reaktionen i enlighet med lektionens syften.

För att klargöra vad ”händer” har för betydelse vid samtal om en redoxreaktion, behöver eleverna uppmärksamma tre delmellanrum där det blir synligt att de inkluderar flera representationsformer i sina samtal. Delmellanrummen är:

- a) Vad reagerar?
- b) Vad bildas?
- c) Hur går det till när dessa ämnen förs samman?

För att tala om redoxreaktionen i termer som kan bli kontinuerliga med lektionens övergripande syfte är det nödvändigt att eleverna uppmärksammar och utreder delmellanrummen i ordning. De två första delmellanrummen behöver eleverna utreda submikroskopiskt, d.v.s. att det är just kopparjonerna och järnatomerna som reagerar med varandra, samt att det bildas kopparatomer och järnjoner. Här finns det tillfälle att synliggöra att eleverna lär sig att använda flera representationsformer tillsammans för att behandla mellanrummen. I det här sammanhanget kan eleverna relatera de makroskopiska formerna, som är synliga i den här reaktionen, till de submikroskopiska, genom att skapa relationer mellan färgförändringen som sker i reaktionen till vilka ämnen som reagerar och vilka ämnen som bildas.

Redoxreaktioner beskrivs i kemiböcker och av lärare med kemiska formler, något som elever som studerar kemi också måste lära sig att göra. Genom att uppmärksamma eleverna på att beskriva ”vad som händer” även med en kemisk formel, kan läraren se att de kan använda symbolformerna för att beskriva en kemisk företeelse.

När eleverna har utrett vilka ämnen som reagerar och vilka som bildas submikroskopiskt kan de gå vidare och fylla det sista delmellanrummet med relationer. Det är viktigt att eleverna skapar relation till ”händer” i termer av att det sker elektronutbyte; att järnatomer avger elektroner till kopparjoner och att det bildas kopparatomer och järnjoner. Detta är en förutsättning för att läraren ska kunna skapa kontinuitet med lektionens övergripande syften; att eleverna ska

lära sig använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel för att beskriva och förklara vad som händer vid en redoxreaktion med hjälp av elektronmodellen.

Sammanfattningsvis måste läraren se att mellanrummet ”Vad händer” behandlas av eleverna på ett sätt som leder dem till att kunna fylla det sista delmellanrummet med relevanta relationer. För att eleverna ska lära sig tala kemi, måste de behandla relevanta kunskapsintressen och använda flera representationsformer. Det är därför viktigt att det görs synligt i undervisningen att eleverna uttrycker 1) att kopparjonerna får elektroner och blir kopparatomer, 2) att det är därför som lösningen blir mindre blå och att stålullen färgas orange, 3) att järnatomer då lämnar elektroner och bildar järnjoner som löser sig i vattnet och 4) att det blir synligt i form av att stålullen löses upp.

Om syftet med lektionen är att introducera de centrala redoxbegreppen oxidation, reduktion, reduktionsmedel och oxidationsmedel utifrån elektronmodellen, kan det räcka med att man behandlar mellanrum ett och två enligt ovan.

Om man vill att eleverna ska utreda ett förklaringsintresse, måste det utredas av läraren i planeringen. Det är viktigt att synliggöra vilka mellanrum eleverna behöver uppmärksamma för att dessa ska kunna göras explicita för eleverna. Exempel på frågor som har ett förklaringsintresse kan vara: Varför sker en reaktion mellan järnatomer och kopparjoner och inte mellan kopparatomer och järnjoner? Hur kan man ta reda på vad den kemiska formeln är för produkterna? Frågor som har ett förklaringsintresse förutsätter att representationsformerna används simultant.

Utfall

För att visa hur läraren använder planeringen i undervisningen analyserade jag lektion ett i cykel två med hjälp av PEA. Jag redovisar resultaten från moment två av den analyserade lektionen.

Läraren använde planeringen under moment två i syfte att förtydliga för eleverna vad de behövde behandla i sina samtal när de studerade en redoxreaktion i termer av intressen och representationsformer för att ta sig mot önskat lärande. Eleverna utförde olika försök som utgjorde olika redoxreaktioner i grupper om 3–4 elever.

Läraren erbjöd eleverna en del syften innan grupparbetet och uttryckte dessa på följande sätt: ”beskriv de ämnen ni har”, ”hur ser de ut”, ”är de i fast form”, ”är de inte i fast form”, ”utför försöket”, ”gör försöket”, ”vad ser ni exakt”, ”vad är det som händer”, ”beskriv vad ni ser hända”, ”vad är det nya som bildas” och ”ni ska använda den informationen för att räkna ut varför det som bildats har bildats”.

Under grupparbetet använde läraren planeringen som stöd för att se vilka mellanrum eleverna uppmärksammade själva och vilka mellanrum eleverna behövde uppmärksammas på. Läraren gick mellan de olika grupperna och lyssnade på vad eleverna uppmärksammade och inkluderade i sina samtal om de reaktionen de studerade. Transkriptionen av samtalen visar att eleverna själva hade svårt att uppmärksamma och behandla mellanrum som var relevanta för lektionens syfte. De syftena som läraren gav innan gruppöversikten var därmed inte tillräckligt tydliga.

Eleverna som studerade magnesiumband som antändes hade till exempel svårt att veta vad de skulle inkludera i sina samtal vid en redoxreaktion. De nöjde sig till en början med att namnge ett ämne (magnesium) som fanns i reaktionen, göra försöket samt beskriva vad som hände makroskopiskt när magnesium brann (att det brinner, blir fint, att det bildas aska etc.). Eleverna uppmärksammade inte fler ämnen som fanns i reaktionen eller vad som hände i termer av vad som reagerar och vad som bildas med flera representationsformer. Detta hindrade eleverna att ta sig vidare mot önskat lärande och tala om reaktionen i termer som kunde göras kontinuerliga med lektionens övergripande syfte.

Analysen visar att en planering som synliggör mellanrum i termer av kunskapsintressen och representationsformer hjälpte läraren att stödja elevernas lärande i kemi. Eleverna hade under

grupparbetet svårigheter att på egen hand uppmärksamma relevanta mellanrum då de själva inte visste vad det övergripande syftet med undervisningen var. Detta hindrade eleverna från att kunna ta sig vidare mot önskat lärande. När läraren uppmärksammade eleverna på mellanrummen enligt planeringen fyllde eleverna mellanrummen med relevanta relationer. Det blev synligt att eleverna inkluderade relevanta erfarenheter i sina samtal som kunde göras kontinuerliga med lektionens övergripande syfte. Analysen visar också att eleverna i studien hade kunskaper om ämnenas kemiska beteckningar, uppbyggnad och reaktionsförmåga, men att läraren behövde göra det explicit att dessa kunskaper skulle användas av eleverna när de studerade en redoxreaktion.

Nedan visar jag ett transskript från moment tre, där en elev redovisade för andra klasskamrater vad han hade pratat om under moment två. Eleven hade tillsammans med tre andra elever lagt stålull i kopparsulfatlösning och studerat reaktionen. Läraren hade även i den här gruppen varit aktiv i att uppmärksamma eleverna på mellanrum enligt den planering som designats.

Elev: När vi la järn i kopparsulfat så gav järn två elektroner till kopparjoner då blev kopparjoner kopparatomer och gav orange färg, järn blev järnjoner och det blev järnsulfat ... kopparsulfat reagerade med järn och det blev järnsulfat och kopparatomer.

I det här transkriptet kan man se att eleven har utrett flera intressen med flera representationsformer och att eleven kunde tala om reaktionen i termer av att det sker elektronförflyttningar mellan olika ämnen, något läraren sedan kunde använda för att introducera begreppen, oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel med hjälp av elektronmodellen.

Resultaten av analysen synliggör hur läraren genom att använda de ämnesdidaktiska modellerna kunskapsintressen och representationsformer i sin planering av ett grupparbete om redoxreaktioner kan stödja andraspråkselever att lära sig tala kemi.

Diskussion

Syftet med avhandlingen är att visa hur lärare kan stödja andraspråkselever att lära sig *tala kemi*.

Jag har använt fyra ämnesdidaktiska modeller för att synliggöra vad eleverna erbjuds att lära sig och visat hur dessa modeller kan användas för att planera, utföra och analysera kemiundervisning med nyanlända elever i en språkintruktionsklass. Det finns många språkdiraktiska och allmändidaktiska modeller som kan användas av lärare för att stödja andraspråkselevs lärande i skolämnen. Flera studier har visat hur sådana modeller kan användas som stöd i undervisningen med andraspråkselever (se t.ex. García & Li, 2018; Gibbons, 2010; Kouns, 2014). Avhandlingens syfte är att komplettera den forskning som finns för att visa hur ämnesdidaktiska modeller framtagna i studier med enspråkiga elever är relevanta att använda även i studier som syftar till att stödja andraspråkselever. Att ämnesspråket är viktigt i undervisningen av skolämnen är väldokumenterat och därför har jag valt att fokusera på hur man kan använda ämnesdidaktiska modeller för att fokusera på kemiinnehållet i undervisningen.

Jag vill med min avhandling understryka att det i mötet med andraspråkselever är viktigt att inte bara se språket i termer av modersmål eller andraspråk. Språket hör alltid samman med en aktivitet och måste därför behandlas som något man lär sig handla med i bestämda aktiviteter direkt kopplade till olika skolämnen. Att lära andraspråkselever kemi är därmed inte bara en fråga om översättning mellan svenska och elevernas modersmål, utan en fråga om att hjälpa eleverna att se meningen med de samtal som sker i klassrummet. Resultat från den reguljära kemiundervisningen från en språkintruktionsklass visar att andraspråkselevernas möjligheter att lära sig tala kemi var väldigt begränsad. En analys av undervisningen med de fyra ämnesdidaktiska modellerna visade på olika aspekter i undervisningen som kan förändras för att stödja elevernas lärande och synliggöra en lärandeprogression.

Det första och avgörande problemet med undervisningen var att eleverna fick ett begränsat talutrymme under lektionerna. Trots hög grad av interaktion mellan lärare och elev samt mellan eleverna framgick det inte att eleverna lärde sig tala kemi. Samtalsformen som dominerade i klassrummet var triadisk och gav inte utrymme åt eleverna att lära sig hur ord och begrepp sätts samman till ett fungerande kemisamtal. Eleverna tilläts även att använda naturvetenskapliga begrepp felaktigt utan att uppmärksammas på hur dessa används i en kemipraktik. Det var därmed inte tydligt huruvida eleverna lärde sig att använda naturvetenskapliga begrepp ändamålsenligt.

Ytterligare en aspekt av det triadiska samtalet, som bidrog till att lärandeprogression inte var synlig under lektionen, var att de närliggande syftena som erbjöds i samtalen inte blev mål i sikte. Det var oklart om eleverna förstod lärarens frågor, då många av elevernas svar uppenbart var gissningar som läraren utvärderade eller korrigerade implicit. Vidare kunde man inte se i analysen att elevernas erfarenheter gjordes kontinuerliga med lektionens övergripande syften.

En analys av samtalsformen under en grupparbetet i cykel ett, där eleverna skulle tala om en redoxreaktion, visade att eleverna under gruppsamtalen kunde samtala med varandra och skapa relationer i sina samtal till de syften läraren erbjöd. Det triadiska samtalet i helklass var alltså inte nödvändigt på grund av elevernas språkkunskaper. Det som var problematiskt var dock att eleverna inte uppmärksammade och inkluderade relevant ämnesinnehåll i sina samtal. En bidragande orsak var att instruktionerna läraren gav eleverna inte hade tillräckligt tydliga syften.

När läraren bad eleverna att beskriva vad som ”händer” när stålull brinner, var inte syftet tillräckligt tydligt för eleverna. Eleverna skapade relationer till färgförändringar och till viktförändringar när stålull brinner men inte till något som kunde skapa kontinuitet med lektionens övergripande syfte; nämligen att lära sig tala om redoxreaktionen utifrån elektronmodellen. Det närliggande syftet; att tala om reaktionen, blev mål i sikte, men eftersom eleverna inte inkluderade relevant ämnesinnehåll skapades det ingen kontinuitet med det övergripande syftet. Vad eleverna inkluderar i sina samtal med läraren och med varandra har självklart stor betydelse för vad de lär sig (Lidar, 2010). Det är väldokumenterat att läraren har en viktig roll att hjälpa eleverna att få syn på vad som är relevant att inkludera i olika sammanhang (Lidar, 2010).

De ämnesdidaktiska modellerna kunskapsintressen och representationsformer möjliggjorde ett förtydligande av de syften undervisningens olika moment hade vid planeringen av lektionen i cykel två. I planeringen användes dessa modeller tillsammans med samtalsformer och organiserande syften för att klargöra vad som kännetecknar de mellanrum eleverna behöver utreda under ett grupparbete för att möjliggöra att de lär sig tala om redoxreaktioner i enlighet med lektionens övergripande syften.

Studierna i avhandlingen visar hur lärare kan stödja andraspråks elever att lära sig kemi genom att skapa utrymme för eleverna att tala i mer fullständiga satser samt erbjuda ämnesmässiga sammanhang (syften, intressen och representationsformer). Det blev tydligt i cykel två att de fyra ämnesdidaktiska modellerna kan kombineras och användas för att stödja andraspråks elever att lära sig använda relevant kemispråk för att bättre kunna ta sig vidare mot önskat lärande.

Jag vill med dessa resultat understryka att svårigheter för andraspråks elever att lära sig ett ämnesspråk inte behöver vara ett resultat av bristande kunskaper i svenska eller kemi. I linje med andra studier, som har visat att enspråkiga elever behöver stöd att känna igen och benämna kemiska fenomen samt urskilja relevanta representationsformer för att resonera och förklara kemiska företeelser (Se t.ex. Gilbert & Treagust, 2009; Hamza och Wickman, 2009; Johnstone, 1991), visar studierna i min avhandling att ett sådant stöd är grundläggande för alla elever oavsett bakgrund.

Flera studier har visat att andraspråks elever generellt presterar sämre än enspråkiga elever i naturvetenskapliga ämnen i Sverige (Nygård Larsson, 2011; Skolverket, 2016b; 2017a) liksom i andra nordiska länder (Hvistendahl & Roe, 2010). Flera forskare har rapporterat, genom att studera undervisningen med andraspråks elever i de naturvetenskapliga ämnena på gymnasiet, att andraspråks elever behöver ges ökad möjlighet att själva tala och röra sig mellan mer vardagliga och mer ämnesrelaterade uttryckssätt. Dessutom behöver eleverna få förståelse för vilken typ av texter de förväntas producera (Hägerfelth, 2004; Kouns, 2010; Nygård Larsson, 2011). Hvistendahl och Roe (2010), som har studerat PISA-frågorna i försök att förklara varför andraspråks elever generellt presterar sämre i PISA än enspråkiga elever i samtliga nordiska länder, framhåller att PISA-frågorna i naturvetenskap ställer krav på både ämneskunskaper och språkkunskaper hos eleverna. Syftet med den här avhandlingen har därför varit att fokusera den innehållsmässiga dimensionen i de naturvetenskapliga ämnena för att stödja andraspråks elever att erhålla den kompetens som efterfrågas i den svenska skolan.

Avhandlingen är kvalitativ och resultaten bygger på ett begränsat kvantitativt underlag. Eleverna i studien är nyanlända och saknar betyg i svenska mot årskurs 9, något de har gemensamt med många ungdomar i introduktionsklasser runt om i Sverige. Många studier har visat att det generellt är svårt även för andraspråks elever som har bott i Sverige i många år att uppnå lika höga resultat som enspråkiga elever i den naturvetenskapliga undervisningen i den svenska skolan. Den här avhandlingen visar att bristande kunskaper i svenska inte nödvändigtvis behöver vara det som hindrar andraspråks elever att lära sig kemi. Andraspråks elevers lärande påverkas självklart av faktorer som ålder, litteracitet i modersmålet, skolbakgrund och det mottagande eleverna får när de kommer till skolan (Axelsson, 2015). Resultaten i avhandlingen syftar

inte till att man ska dra några generella slutsatser om hur all kemiundervisning med andraspråkselever ska se ut eller kan designas. Syftet med avhandlingen har varit att visa hur elever som lär sig svenska kan dra nytta av undervisning som har genomtänkta strategier, vilket kan uppnås genom att lärare till exempel använder ämnesdidaktiska modeller som fokuserar innehållet i kemiämnet. Studien kompletterar därmed tidigare forskning om hur språkutvecklande undervisning, till exempel genom att använda elevernas modersmål, artefakter och gester, kan stödja andraspråkselevs lärande (Gibbons, 2010; Kouns, 2014; Ünsal et al., 2016; Ünsal, Jakobson, Wickman & Molander, 2017; Zhang, 2016).

Det här arbetet visar att språkstödande insatser inte är tillräckliga i sig utan tydliga syften eller modeller för att organisera elevernas samtal om själva ämnesinnehållet. I kemiundervisningen med andraspråkselever måste lärare erbjuda sammanhang med samtalsformer där det blir synligt att eleverna lär sig tala kemi genom att behandla relevanta intressen och inkludera relevanta representationsformer så att lärandeproggression kan bli synlig. Avhandlingen visar hur lärare kan använda samtalsformer, organiserande syften, kunskapsintressen och representationsformer som didaktiska modeller för analys, planering och utförande av undervisningen med nyanlända elever som har en gedigen skolbakgrund. Dessutom visar den hur dessa modeller är komplementära.

Jag tror att användningen och kombinationen av flera olika didaktiska modeller har en vid giltighet som kan gynna lärandet för alla elever. Trots avhandlingens begränsade elevunderlag är förhoppningen att avhandlingen kan ge lärare kunskap i hur man mer generellt kan strukturera och analysera sin undervisning för att stödja alla elevers lärande i kemi och i de naturvetenskapliga ämnena. Det behövs dock fler ämnesdidaktiska studier med olika elevgrupper och inom olika skolämnen för att öka kunskapen om hur man som ämneslärare kan stödja alla elevers lärande.

De fyra didaktiska modellerna som används i avhandlingen ställer stora krav på lärares planering och utvärdering av kemilektioner. I den här avhandlingen är planeringen av den modifierade lektionen detaljerad. Jag är medveten om att en sådan planering är tidskrävande att skapa inför varje moment. Studien kan dock ses som ett första steg för att visa hur modellerna kan användas av kemilärare. Samtidigt hoppas jag att fler studier i framtiden kan visa hur hanteringen av modellerna kan förenklas. Elever som läser kemi behöver lära sig att tala om kemiska företeelser där de själva ser behovet av att utreda olika intressen med olika representationsformer. Modeller som kan hanteras av eleverna är därmed av intresse att utforska och erbjuda.

Avhandlingsarbetet utgår från en befintlig undervisningspraktik där jag är den undervisande läraren i klassen, vilket gav mig ett inifrånperspektiv. Den här typen av forskning belyser hur klyftan mellan forskning och praktik kan överbryggas. Praktiknära forskning erbjuder oss lärare att inte endast vara forskningskonsumenter utan att vi i forskningsprocessen även blir forskningsproducenter. Att erbjuda lärare att forska i sin praktik är något som efterfrågats av flera forskare (Carlgren, 2010) i syfte att bidra till gynnsam och hållbar skolutveckling som i längden gynnar elevernas lärande. I den här processen har jag kunnat utveckla min undervisning utifrån de utmaningar som jag mötte i mitt klassrum. Den kunskap och erfarenhet jag har fått som forskande lärare är ovärderlig för min fortsatta roll som lärare.

Referenser

- Aikenhead, G. S. (2006) *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York: Teacher College Press.
- Axelsson, M. (2015) Nyanländas möte med skolans ämnen i ett språkdidaktiskt perspektiv. I: Bunar, N. (red.) *Nyanlända och lärande - mottagande och inkludering* (s. 81–138) Stockholm: Natur och Kultur.
- Axelsson, M. & Nilsson J. (2013). “Welcome to Sweden...”: Newly arrived students’ experiences of pedagogical and social provision in introductory and regular classes. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 6(1), 137–164
- Biesta, G. & Burbules, N. C. (2003). *Pragmatism and educational research*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield
- Broman, K. Ekborg, M. & Johnels, D. (2011). Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *Nordic Studies in Science Education*, 7, 43–60.
- Bunar, N. (2010). *Nyanlända och lärande*. En forskningsöversikt om nyanlända elever i den svenska skolan. Stockholm: Vetenskapsrådets rapportserie 6.
- Carlgren, I. (2010). Den felande länken: Om frånvaron och behovet av klinisk utbildningsvetenskaplig forskning. *Pedagogisk forskning i Sverige*, 15(4), 295–306.
- Cummins, J. (2001). *Negotiating identities: Education for empowerment in a diverse society*. (2:a uppl.) Los Angeles: California Association for Bilingual Education
- Cummins, J. (2017). *Flerspråkiga elever: effektiv undervisning i en utmanande tid*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Dewey, J. (1938/1997). *Experience and education*. New York: Touchstone, Simon and Schuster.
- Duit, R., Gropengieser, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction - a framework for improving teaching and learning science. I D. Jorde och J. Dillon (red.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (s. 13–38). Rotterdam: Sense.
- Economou, C. (2007). *Gymnasieämnet svenska som andraspråk- behövs det?* (Licentiatavhandling) Malmö: Malmö Högskola.
- García, O. & Li, W. (2018). *Translanguaging: flerspråkighet som resurs i lärandet*. Stockholm: Natur och Kultur
- García, O. & Sylvan, C. E. (2011). Pedagogies and practices in multilingual classrooms: Singularities in pluralities. *The Modern Language Journal*, 95(3), 385–400.
- Gilbert, J. & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. New York: Springer
- Goldberg, J., Enyedy, N., Welsh, K. M. & Galiani, K. (2009). Legitimacy and language in a science classroom. *English Teaching: Practice and Critique*, 8(2), 6–24
- Halliday, M.A.K. & Martin J.R. (1993). *Writing science. Literacy and Discursive Power*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Hamza, K. M., & Wickman, P.-O. (2009). Beyond explanations: What else do students need to understand science? *Science Education*, 93(6), 1026–1049.
- Hvistendal, R. & Roe A. (2010) Språkliga minoriteters prestasjoner i naturfag og lesing i PISA 2000 og 2006 – en nordisk sammenlikning. *Nordand*, 5(1), 69–89.
- Hägerfelth, G. (2004). *Språkpraktiker i naturkunskap i två mångkulturella gymnasieklassrum. En studie av läroprocesser bland elever med olika förstaspråk*. (Doktorsavhandling). Lärarutbildningen, Malmö Högskola: Malmö.
- Jaber, L. Z. & BouJaoude, S. (2012). A Macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973–998.
- Jakobson, B. (2008). *Learning science through aesthetic experience in elementary school*. (Doktorsavhandling) Stockholm: Stockholms universitet.
- Johansson, A.-M. & Wickman P.-O. (2011). A pragmatist understanding of learning progressions. I: Hudson, B. & Meyer, M. A. (red.) *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe* (s. 47–59). Barbara Budrich Publishers: Leverkusen, Germany
- Johnstone, A.H. (1982), Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75–83
- Juvonen, P. (2015) Lärarröster om direktplacering av nyanlända elever. I Bunar, N. (red.) *Nyanlända och lärande - mottagande och inkludering* (s. 139–176). Stockholm: Natur och Kultur

- Knain, E. (2015) *Scientific literacy for participation: A systemic functional approach to analysis of school science discourses*. New York: Springer.
- Kouns, M. (2010). *Inga IG i Kemi A: en språkdidaktisk studie av en kemilärares undervisningsstrategier i en gymnasieklass med elever med svenska som andraspråk*. (Licentiatavhandling) Malmö: Malmö högskola.
- Kouns, M. (2014). *Beskriv med ord: fysiklärare utvecklar språkinriktad undervisning på gymnasiet*. (Doktorsavhandling) Malmö: Malmö högskola.
- Kozma, B. & Russel, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.
- Kress, G.R. (red.) (2001). *Multimodal teaching and learning: the rhetorics of the science classroom*. London: Continuum.
- Lee, O. (2005). Science education with English language learners: Synthesis and research agenda. *Review of Educational Research*, 75(4), 491–521.
- Lee, O. & Luykx, A. (2007). Science education and student diversity: Race/ethnicity, language, culture, and socioeconomic status. I: Abell, S.K. och Lederman, N. G. (red.), *Handbook of Research on Science Education* (s. 171–197). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood, N.J.: Ablex.
- Lidar, M. (2010). *Erfarenhet och sociokulturella resurser: analyser av elevers lärande i naturorienterade undervisning*. (Doktorsavhandling) Uppsala : Uppsala universitet.
- 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(3), 148–163.
- Lijnse, P. L. & Klaassen, K. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? *International Journal of Science Education*, 26(5), 537–554.
- Mercer, N. & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: a sociocultural approach*. London: Routledge.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Nilsson Folke, J. (2015). Från inkluderande exkludering till exkluderande inkludering? I: Bunar, N. (red.) *Nyanlända och lärande - mottagande och inkludering* (s. 37-80) Stockholm: Natur och Kultur.
- Nygård Larsson, P. (2011). *Biologiämnets texter: text, språk och lärande i en språkligt heterogen gymnasieklass*. (Doktorsavhandling) Lund: Lunds universitet.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. & McGillicuddy, K. (1996). *Explaining science in the classroom*. Buckingham, England: Open University Press.
- Reyes, I. (2009). English language learners discourse strategies in science instruction. *Bilingual Research Journal*, 31(1–2), 95–114.
- Schwab, J. (1978). *Science, curriculum, and liberal education*. Selected essays. Chicago, Chicago University Press.
- Sinclair, J.M. & Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: the English used by teachers and pupils*. London: Oxford U.P.
- Skolinspektionen (2017). *Språkintrödn i gymnasieskolan: En kvalitetsgranskning av utbildning vid språkintrödn*. Diarienummer: 400-2015:6585. Hämtad 7 december, 2017 från: https://www.skolinspektionen.se/globalassets/publikationssok/granskningsrapporter/kvalitetsgranskningar/2017/sprakintroduktion/overgripande_rapport_sprakintroduktion_gymnasieskolan.pdf
- Skollagen (2010) *Svensk författningssamling* (2010:800). Stockholm: Utbildningsdepartementet. Hämtad 4 juni, 2018 från: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/skollag-2010800_sfs-2010-800
- Skolverket (2016a). *Språkintrödn*. Rapport 436. Hämtad 20 Juni, 2018 från: <https://www.skolverket.se/publikationer?id=3622>
- Skolverket (2016b). *PISA 2015, 15-åringars kunskaper i naturvetenskap, läsförståelse och matematik*. Rapport 450. Hämtad 13 December, 2017 från: https://www.skolverket.se/om-skolverket/publikationer/visa-enskild-publication?_xurl_=http%3A%2F%2Fwww5.skolverket.se%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpu-bext%2Ftrycksak%2Fblob%2Fpdf3725.pdf%3Fk%3D3725
- Skolverket (2017a). *Provresultat i grundskolan läsåret 2016/2017*. Hämtad 7 December 2017 från: <https://www.skolverket.se/statistik-och-utvardering/statistik-i-tabeller/grundskola/provresultat>
- Skolverket (2017b). *Provresultat från gymnasieskolan, 2017*. Hämtad 16 Mars 2018 från: <https://www.skolverket.se/statistik-och-utvardering/2.8213/provresultat-i-gymnasieskolan-1.218123>
- Skolverket (2017c). *Studiehandledning på elevernas modersmål*. Hämtad 2 Mars 2018 från: <https://www.skolverket.se/skolutveckling/larande/nyanlandas-larande/studiehandledning-1.205961>

- Skolverket (2018). *Naturvetenskapsprogrammet. Examensmål*. Hämtad 21 februari, 2018 från : https://www.skolverket.se/om-skolverket/publikationer/visa-enskild-publikation?_xurl_=http%3A%2F%2Fwww5.skolverket.se%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2Fblob%2Fpdf2705.pdf%3Fk%3D2705
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken: ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Talanquer, V (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry triplet. *International Journal of Science Education*, 33,179–195
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353–1368 .
- Uddling, J. (2013) *Direktintegrerade elevers möjligheter till lärande i ämnesundervisningen*. (Masteruppsats) Stockholm: Institutionen för språkdidaktik, Stockholms universitet
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
- Vetenskapsrådet (2012). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Walker, R. (2012). Naturalistic research. I: Arthur, J., Waring, M., Robert, C. & Hedges, L. V. (red.) *Research methods and methodologies in education* (s. 76–79). Thousand Oaks, Ca.: SAGE.
- Wickman, P.-O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88(3), 325-344.
- Wickman, P.-O. & Person, H. (2008). *Naturvetenskap och naturorienterade ämnen i grundskolan - en ämnesdidaktisk vägledning*. Stockholm: Liber.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002). Learning as a discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86, 601–623.
- Wittgenstein L. (1953/2012). *Filosofiska undersökningar*. Stockholm: Thales.
- Ünsal, Z., Jakobson, B., Molander, B.-O. & Wickman, P.-O. (2016). Science education in an bilingual class: problematising a translational practice. *Cultural Studies of Science Education*.
- Ünsal, Z., Jakobson, B., Wickman, P.-O. & Molander, B.-O. (2017). Gesticulating science: Emergent bilingual students' use of gestures. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Zhang, Y. (2016). Multimodal teacher input and science learning in a middle school sheltered classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 7–30.
- Österlund, L., Berg, A. & Ekborg, M. (2010). Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 182–192.
- Östman, L. (2014). Värden och följemeningar. I: B. Jakobson, I. Lundegård och P.-O. Wickman. (red.) *Lärande i handling. En pragmatisk didaktik* (s. 25-36). Lund: Studentlitteratur

Dana Seifeddine Ehdwall är forskarstudent och lärare. Dana arbetar som lärare vid en språkintröduktion på en gymnasieskola där hon undervisar nyanlända elever i naturvetenskapliga ämnen. Dana tillhör en nationell forskarskola i didaktik för lärare i naturvetenskap vid Stockholms universitet. Forskarskolans syfte är att stärka kopplingen mellan forskning och skolutveckling samt utvidga lärares didaktiska kunskapsbas och professionsutveckling.

Per-Olof Wickman är professor i didaktik med inriktning mot naturvetenskap vid Stockholms universitet. Han är också docent vid Helsingfors universitet. I sin forskning har han utvecklat metoder för att planera undervisning och följa lärande i handling i klassrummet. Han är med i redaktionerna för flera nationella och internationella vetenskapliga tidskrifter. Han har mer än 200 publikationer, varav mer än 60 i internationella vetenskapliga tidskrifter. Per-Olof har också publicerat en rad vetenskapliga och populära böcker på engelska, franska och kinesiska. Han är även ledamot i Kungl. Vetenskapsakademien.

DANA SEIFEDDINE EHDWALL

Department of Mathematics and Science Education, Stockholm University, Sweden

dana.seifeddine.ehdwall@mnd.su.se

PER-OLOF WICKMAN

Department of Mathematics and Science Education, Stockholm University, Sweden

per-olof.wickman@mnd.su.se

Hur lärare kan stödja andraspråkselever på gymnasiet att tala kemi

Abstract

In this study we investigate how two didactic models can be used by chemistry teachers to improve teaching to support students with a second language to “talk chemistry”. The study contributes to show how these models can be used by chemistry teachers to organize, perform and assess chemistry lessons in a way that better supports second language students to become more active in talking and so learn chemistry. The material consists of video and audio recordings from chemistry lessons in an introductory class in upper secondary school in Sweden. The study was carried out in two cycles of planning, teaching and analysis in two successive classes. The first cycle entailed analyzing how a “normal” chemistry lesson gave students opportunities to talk and learn chemistry. In cycle 2 changes were made by using the models for the purpose of increasing the students’ opportunities to “talk chemistry”. Our findings show how teachers can support also second language students’ learning to “talk chemistry” by using the didactic models developed for mono-lingual classrooms when planning and performing chemistry lessons.

INTRODUKTION

Forskning i Sverige såväl som i flera andra länder har visat att andraspråkselever inte uppnår målen i de naturvetenskapliga ämnena i samma grad som enspråkiga elever (Lee & Luykx, 2007; Nygård Larson 2011; Skolverket, 2017). Viktiga bidragande orsaker är att nyanlända elever inte får en utbild-

ning som möter deras behov och att lärare sällan känner sig tillräckligt kompetenta för att undervisa denna grupp elever (Bunar, 2015). Det är därför avgörande att studera hur lärare bättre kan stödja andraspråkselever att lära sig naturvetenskap.

Många studier har visat hur språkutvecklande undervisning kan stödja andraspråkselevs lärande (Gibbons, 2010; Zhang, 2016). Andra studier har fokuserat kulturella skillnader (Aikenhead, 2006). Studier inriktade mot att ge lärare redskap för att göra innehållet tydligare i undervisningen, både för lärare och för eleverna, är dock sällsyntare. I denna studie utgår vi ifrån att ords betydelser står att finna i deras användning i ett sammanhang. Om vi tar detta på allvar, innebär det att elever måste ges möjlighet att använda det naturvetenskapliga språket på ett ändamålsenligt sätt tillsammans med läraren och med sina kamrater i väl valda aktiviteter för att lära sig att *tala just kemi*.

Vår studie hör hemma i forskningsfältet didaktisk modellering (Duit, Gropengiesser, Kattmann, Komoreek & Parchmann, 2012). Didaktiska modeller är begreppsliga verktyg, som skapas ur studier av undervisning och som kan användas för analysera och designa ny undervisning. Vi använder här två didaktiska modeller som är väl etablerade i naturvetenskapsdidaktik för att analysera lärande under en kemilektion med nyanlända elever i en språkintruktionsklass på gymnasiet och för att sedan visa hur lärare kan revidera lektionen med hjälp av modellerna för att bättre stödja lektionens syften. De två modellerna vi använder är *samtalsformer* (Lemke, 1990) och *organiserande syften* (Johansson & Wickman, 2011). Dessa modeller har tidigare använts var för sig i enspråkiga sammanhang, men här visar vi hur de kan kombineras för att stödja andraspråkselever att lära sig tala kemi.

TIDIGARE FORSKNING

Många klassrum i Sverige är flerspråkiga. I en del skolor är det inte ovanligt med klasser som har endast eller huvudsakligen andraspråkselever. På den gymnasieskola där studien utfördes är till exempel nästan alla elever andraspråkselever. Ämneslärare känner sig ofta osäkra om hur man undervisar nyanlända elever, vilket i sin tur påverkar hur dessa elever bemöts i skolan (Juvonen, 2015; Lee & Luykx 2007; Uddling, 2013). En granskning av Skolinspektionen (2017) visar att det råder låga förväntningar och bristande tilltro till nyanlända elevers förmåga i många skolor. Skolpersonal tenderar att fokusera på vad eleverna saknar kunskapsmässigt, snarare än på vad de faktiskt kan. Samtidigt finns det relativt lite forskning om hur lärare kan stödja nyanlända elevers lärande (Bunar, 2015).

Generellt presterar andraspråkselever sämre i naturvetenskapliga ämnen än enspråkiga elever (t.ex. Lee, 2005; Lee & Luykx 2007; Nygård Larson, 2011; Skolverket, 2017). Andraspråkselevnas svårigheter med att lära sig naturvetenskap diskuteras vanligen i termer av att det tar längre tid för dem att lära sig ämnesspråket, då eleverna har språkliga begränsningar, som gör att de inte kan delta om undervisningen endast sker på elevernas andraspråk (Cummins, 2017; García & Sylvan, 2011; Goldberg, Enyedy, Welsh & Galiani, 2009; Lee, 2005). Många studier från grundskolan fokuserar i linje med detta modersmålets användning som resurs i undervisning för andraspråkselever (Cummins, 2017; García, 2009; Ünsal, Jakobson, Molander & Wickman, 2016) eller användning av semiotiska resurser såsom gester som stöd för andraspråkselever i naturvetenskap ((Ünsal, Jakobson, Wickman & Molander, 2017; Zhang, 2016). Klassrumsstudier från gymnasieskolan med andraspråkselever är dock få. Hägerfelth (2004) och Kouns (2014) har visat hur språkdiraktiska modeller kan användas för att analysera och stödja andraspråkselevs lärande i de naturvetenskapliga ämnena. Dessa studier erbjuder förståelse för de språkliga faktorer som påverkar andraspråkselevs lärande i skolämnen.

Samtidigt är det också avgörande att närmare belysa de mer ämnesmässiga didaktiska problemen i undervisningen i naturvetenskap. Det naturvetenskapliga språket är inte svårt bara för andraspråkselever och nyanlända utan upplevs även som svårt av många elever som delar modersmål med läraren (Wellington & Osborne, 2001; Knain, 2015).

Lemke (1990) hävdar att de generella svårigheterna för elever att lära sig naturvetenskap grundar sig i det sätt som undervisningen bedrivs på. Det naturvetenskapliga språket har uppkommit ur särskilda syften och skiljer sig därmed från vardagsspråket. Det finns många ord och begrepp som används i ett naturvetenskapligt sammanhang, men som eleverna vanligtvis inte använder i vardagen. Att bara lära sig vad dessa begrepp betyder genom en översättning räcker därför inte, utan eleverna måste få använda dessa begrepp i naturvetenskapliga aktiviteter med tydliga syften om de ska kunna lära sig att tala naturvetenskap (Anderhag, Hamza & Wickman, 2014; Johansson & Wickman, 2011). Det är viktigt att inte bara se språket i termer av modersmål eller andraspråk. Språket måste också behandlas som något man lär sig handla med i bestämda aktiviteter bundna till olika skolämnen.

Eleverna behöver kunna hantera olika ämnesspråk och de olika uttrycks sätt som kännetecknar dessa (Östman, 2014). Kemister använder till exempel tre olika representationsformer när de talar kemi, de makroskopiska, submikroskopiska och symboliska (Johnstone, 1982; 1991). De makroskopiska är det man kan se, höra eller mäta under en kemisk händelse, de submikroskopiska, inkluderar till exempel atomer, molekyler och joner och de symboliska innefattar kemiska beteckningar, formler ekvationer och grafer. Elever som läser kemi på gymnasiet behöver lära sig hantera och använda dessa representationsformer tillsammans för kunna tala om en kemisk företeelse på ett ändamålsenligt sätt i undervisningen, något flera studier har visat är svårt för många elever (Johnstone 1982; Gilbert & Treagust, 2009).

Det räcker inte med att lyssna på när läraren talar kemi. Elevers egna aktiva och ändamålsenliga språkanvändning är grundläggande för att de ska kunna lära sig kemispråket. Eftersom detta är avgörande för alla elever, är det minst lika viktigt också för andraspråkselever.

TEORETISKT RAMVERK

Studien bygger på ett sociokulturellt och pragmatiskt perspektiv på lärande. Den utgår från Wittgensteins (1953/2012) resonemang om hur språk får meningen genom en aktivitet och dess syften. Wittgenstein använder begreppet *språkspel* för att betona hur språk och aktivitet hör samman. Östman (2014) likställer skolans språkspel med ämnesspråk och exemplifierar med hur ordet *sur* har olika betydelse beroende på sammanhang, till exempel hur något smakar, pH-värde eller hur vi känner oss. En direktöversättning av ordet hjälper därför inte nödvändigtvis eleven. En grundförutsättning är att ordet får ett sammanhang där det blir användbart. Det är därför ämneslärare behövs för att hjälpa eleverna att lära sig hur olika begrepp används inom olika ämnen. Lemke (1990, sid. ix.) gör en liknande analys om vad det innebär att kunna ett ämnesspråk och skriver:

Talking science does not simply mean talking about science. It means doing science through the medium of language.

Lemke (1990) hävdar att elever sällan får lära sig att *tala naturvetenskap* då elever sällan ges tillfälle till det i undervisningen. Många andra forskare har betonat vikten av det naturvetenskapliga innehållet i samtalen mellan läraren och eleverna för att stödja deras lärande (t.ex. Ogborn, 1996) samt för att utveckla deras litteracitet i naturvetenskap (Knain, 2015). I de svenska läroplanerna liksom i andra länder, till exempel Norge, betonas idag samtalets centrala roll i lärandet (Skolverket, 2018; Utdanningsdirektoratet, 2018).

I denna studie analyserar vi de *samtalsformer* som används med eleverna i undervisningen. Den vanligaste samtalsformen i klassrummen är enligt Lemke *triadisk*, vilket innebär att läraren ställer en fråga, får ett kort svar och sedan utvärderar det genom att belöna eller korrigerar det (Lemke, 1990; Mercer & Littleton, 2007; Mortimer & Scott, 2003; Sinclair & Coulthard, 1975). Mortimer och Scott (2003) har också visat genom sina studier att den här typen av samtal är vanligt förekommande i

undervisningen av naturvetenskapliga ämnen och kallar samtalsformen för IRE (Initiation-Response-Evaluation). Denna samtalsform begränsar elevernas lärande, eftersom den inte tillåter eleverna att använda ord och begrepp i längre uttalanden och på så sätt praktisera hur ett naturvetenskapligt samtal gemensamt byggs upp. För att lära sig ett ämnesspråk behöver eleverna själva utreda hur ord och begrepp används och sätts samman i längre uttalanden. Detta kan eleverna lära sig precis som de lärt sig sitt modersmål; genom att tala det med personer som kan språket, till exempel läraren, i väl valda sammanhang (Lemke, 1990). En samtalsform som bättre hjälper elever att lära sig naturvetenskap är ett *genuint samtal* (*true dialogue*, Lemke, 1990, s. 55). Att den här typen av dialog är nödvändig för att eleverna ska lära sig tala naturvetenskap har även påtalas av Mortimer och Scott (2003). Ett sådant samtal möjliggörs när läraren ställer en fråga som inte omedelbart värderas som rätt eller fel. Ett genuint samtal måste också tillåta läraren att successivt stödja och se att elevernas kunskaper utvecklas mot större självständighet att tala naturvetenskap.

Att lära sig ett ämnesspråk innebär även att lära sig vad som ska inkluderas i ett visst samtal. Olika praktiker har olika intressen och det naturvetenskapliga praktiken har ett särskilt sätt att uppmärksamma vad som är relevant. Vad elever uppmärksammar är avgörande för vad de lär sig (Lidar, Lundqvist & Östman, 2006).

I vårt arbete med att analysera och planera för en undervisning som möter elevernas behov utgår vi också från Deweys (1938/1997) kontinuitetsprincip. Enligt denna måste undervisningen erbjuda aktiviteter med syften som tillåter eleverna att på ett ändamålsenligt sätt kombinera tidigare erfarenheter med det nya de ska lära sig. En didaktisk modell som tar avstamp i kontinuitetsprincipen och som vi använder för analys och planering är *organiserande syften* (Johansson & Wickman, 2011). Modellen kan användas för att planera en synlig lärandeprocess som kan följas genom samtalen och därmed också stödjas och formativt bedömas. Organiserande syften är av två slag, nämligen *när-liggande syften* och övergripande syften. Ett närliggande syfte ger eleverna en inledande aktivitet, till exempel en frågeställning som de ska undersöka eller diskutera. Ett närliggande syfte ska erbjuda eleverna att delta på ett ändamålsenligt sätt med sina erfarenheter och de ord de redan kan. Om detta sker, säger man att det planerade närliggande syftet blir *mål i sikte* för eleverna. Det övergripande syftet är det syfte som läraren långsiktigt har med en undervisningssekvens, det vill säga det som eleverna så småningom ska lära sig behärska, men först inte kan. Undervisningssekvensen kan utgöras av olika antal lektioner beroende på när det övergripande syftet så småningom ska nås. Det är viktigt att det närliggande syftet skapar ett behov hos eleverna för det nya de ska lära sig (Lijnse & Klaassen, 2004). Läraren måste skapa förutsättningar i undervisningen för att koppla samman de två syftena. Elevernas erfarenheter måste göras kontinuerliga med det övergripande syftet om lärandeprocessen ska inträffa. Samtidigt måste det göras synligt för läraren att detta sker genom att eleverna får möjlighet till genuina samtal där det syns att det är eleverna som skapar kontinuiteten mellan syftena i det som de säger. En förutsättning för att se en lärandeprocess är alltså (1) att de närliggande syftena blir synliga mål i sikte i elevernas samtal och (2) att de närliggande syftena blir synligt kontinuerliga med de övergripande syftena i elevernas samtal.

SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING

Denna studie syftar till att analysera hur de samtalsformer och organiserande syften som används under en lärares reguljära lektioner i kemi med nyanlända elever stödjer eleverna att lära sig tala kemi. Vi använder sedan de resultat vi får under den reguljära lektionen för att designa en ny lektion som i sin tur analyseras igen med samma didaktiska modeller. Vår frågeställning är:

Hur kan kemilärare med hjälp av två etablerade didaktiska modeller analysera och designa kemiundervisningen i flerspråkiga klassrum för att hjälpa eleverna att lära sig tala kemi?

INSAMLINGSMETODER

Vår studie utgår från en befintlig undervisningspraktik. Förste författaren är den undervisande läraren i klassen, vilket ger ett inifrånperspektiv och möjligheter att direkt belysa hur klyftan mellan forskning och praktik kan överbryggas. Läraren talar också arabiska och i transkripten har vi översatt samtal på arabiska till svenska och angett detta med kursiv stil. Urval av inspelat material liksom analyser och design är gjorda av båda författarna tillsammans. För att utpröva de didaktiska modellerna genomfördes undervisningen i två cykler med två olika klasser med nyanlända elever som läste om redoxreaktioner under fyra veckor som del av kemi 1 på språkintruktionsprogrammet på en gymnasieskola i en förort till en storstad. Språkintruktionsprogrammet i svenska erbjuder elever som har gått mindre än fyra år i svensk skola och gör det möjligt för nyanlända elever att gå vidare i gymnasieskolan eller i annan utbildning.

Klasserna hade 16 respektive 18 elever i åldern 16-20 år. Variationen i elevernas förutsättningar för att läsa denna kurs var snarlika i de två klasserna. Eleverna i båda klasserna hade varit i Sverige olika länge, från ett par månader upp till två år. Deras kunskaper i svenska varierade från liten till god vardagsanvändning. De hade grundskolebetyg i matematik, biologi, fysik och kemi samt i ytterligare sex valfria ämnen från sina hemländer eller från tidigare studier i introduktionsklass. Dessa betyg motsvarade vad som krävdes för att läsa ett nationellt gymnasieprogram, men eftersom de saknar betyg i svenska är de hänvisade till introduktionsprogram. För en del elever låg de tidigare kemistudierna flera år bakåt i tiden, medan andra elever hade mer färsk kunskap. Eleverna i studien hade själva valt att läsa gymnasiekurserna kemi 1, biologi 1, matematik 1C och svenska som andraspråk. Det finns därför anledning att tro att eleverna var intresserade av naturvetenskap.

I varje klassrum användes fyra kameror för att täcka in alla elever och läraren. Diktafoner för ljudinspelning placerades dessutom på varje bänk i klassrummet för att säkerställa god ljudupptagning. Inspelningarna gjordes under vårterminen när eleverna hade läst en stor del av kemikursen. Undervisningen hade tidigare behandlat materialets uppbyggnad, klassificering och kemisk bindning.

Det fanns mellan 8 och 10 olika modersmål representerade i klasserna. Samtliga elever hade modersmålsundervisning parallellt. Alla elever hade dock inte tillgång till studiehandledning på sitt modersmål i kemi, då skolan hade svårt att rekrytera lärare med relevanta ämneskunskaper. En del av eleverna hade valt bort studiehandledning på sitt modersmål, då de inte ansåg att det hjälpte dem med kemien. Eleverna erbjöds också extra resurstid i kemi under skoltid.

Under första cykeln filmades och ljudinspelades sammanlagt 10 lektioner. Förste författaren planerade och genomförde lektionerna på samma sätt som tidigare år för att skapa en bekant och autentisk utgångspunkt för förbättring. Efter en genomgång av samtliga lektioner, valdes första lektionen ut för transkription och analys eftersom den behövde sätta tonen för de följande lektionerna. Alla samtal i klassrummet transkriberades ordagrant och analyserades med hjälp av de didaktiska modellerna. Analysen användes sedan för att designa samma lektion ett år senare (cykel 2) med en ny klass. I den andra cykeln filmades, ljudinspelades, transkriberades och analyserades lektion 1 på samma sätt som under första cykeln.

Den studerade undervisningssekvensen var alltså i detta fall endast den första lektionen. Det övergripande syftet för denna lektion var att eleverna skulle kunna använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel för att beskriva och förklara vad som händer vid redoxreaktioner. För att underlätta analysen delade vi in lektionen i fem moment utifrån vilka närliggande syften de behandlade (Tabell 1).

I Tabell 1 finns en översiktlig planering också för den modifierade lektionen i cykel 2. En noggrann genomgång av momenten i de två cyklerna finns i resultatdelen.

Tabell 1. Lektionsmoment under lektion 1 i de två cyklerna.

| Moment | Cykel 1 | Cykel 2 |
|--------|--|--|
| 1 | Helklassamtal om olika reaktionstyper | Helklassamtal om olika reaktionstyper |
| 2 | Grupparbete där eleverna ska samtala om "Vad händer när stålull glöder?" | Grupparbete: Eleverna får i grupper utföra ett försök där de ska beskriva vad de har, vad som bildas och att förklara vad som bildas. Grupperna får utföra olika försök. |
| 3 | Genomgång i helklass av reaktionsformler och elektronförflyttningar när järn reagerar med syrgas. | Grupperna får berätta för varandra om vad de kom fram till i moment 2. |
| 4 | Läraren demonstrerar i helklass stålull som glöder på en balansvåg | - |
| 5 | Genomgång i helklass om syrets (eng. <i>oxygen</i>) reaktion med järn, vad som bildas och varför som stöd för att introducera begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel | Genomgång av alla gruppöversikt i helklass som stöd för att introducera begreppen, oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel |

ANALYSMETODER

Analysen och den nya designen gjordes i tre på varandra följande steg.

I det första steget analyserades lektionen i första cykeln i sin helhet med hjälp av en *analys av praktiska epistemologier* (PEA, *practical epistemology analysis*) samt de didaktiska modellerna *samtalsformer* och *organiserande syften*. PEA bygger på ett pragmatiskt och sociokulturellt perspektiv på lärande där fokus ligger på att studera språk och handling i en aktivitet och se vad denna betyder för elevernas möjligheter att lära sig det som undervisningen syftar till (Wickman 2004; Wickman & Östman, 2002). I PEA används en rad begrepp. Här använder vi *syfte*, *relation* och *mellanrum*.

PEA utgår från de närliggande och övergripande *syften* som undervisningen har och används för att analysera i vilken grad samtalen leder mot dessa syften. En förutsättning för PEA är att eleverna faktiskt samtalar på ett sammanhängande sätt, det vill säga att samtalsformen har en genuin karaktär snarare än en triadisk. Samtalsformen avgör i vilken utsträckning eleverna själva får möjlighet att skapa relationer som tar dem vidare mot de syften som lektionen har. Vid ett genuint samtal kan PEA användas för att se vad eleverna erbjuds lära sig genom undervisningen.

För att komma vidare i samtal skapar människor relationer för att överbrygga mellanrum. Ett *mellanrum* uppstår när eleverna möter en fråga som behöver besvaras eller ett problem som behöver lösas för att man ska komma vidare i en situation. För att illustrera begreppen kan vi ta en situation där läraren frågar eleverna "Vad händer här?" och en elev svarar "Silvernitrat reagerar med koppar", varpå läraren ger eleverna en ny fråga, till exempel "Reagerar både silverjonen och nitratjonen?" I detta samtal uppmärksammar läraren eleverna först på mellanrummet "Vad händer här?" Eleverna kan då skapa *relationer* för att fylla mellanrummet. I exemplet skapar en elev relationen "Silvernitrat reagerar med koppar" för att fylla mellanrummet. Läraren svarar eleven med att uppmärksamma den på ett nytt mellanrum: "Reagerar både silverjonen och nitratjonen?"

För att fylla ett mellanrum måste det först uppmärksammas, något som eleverna inte alltid kan göra på egen hand. Läraren har en viktig uppgift att skapa förutsättningar för eleverna att uppmärksamma relevanta mellanrum. Att uppmärksamma mellanrum är lika viktigt som att fylla mellanrummen. Men i vissa sammanhang kan det vara så att mellanrum inte fylls alls, medan de i andra fylls med relationer som leder fel. Här är lärarens roll igen viktig för att se om relationerna eleverna skapar tar dem mot önskvärda syften. Läraren kan i de fall eleverna inte uppmärksammar relevanta relationer rikta elevernas uppmärksamhet mot nya mellanrum och relationer som är relevanta för aktivitetens syfte.

Efter PEA delade vi in lektionen i moment (Tabell 1) och undersökte de samtalsformer som läraren använde tillsammans med eleverna. Vi frågade oss om samtalet var triadiskt eller genuint. Bara i ett genuint samtal ges eleverna möjligheter att själva skapa relationer i förhållande till syftena. Vi analyserade sedan, om det i samtalet var synligt att de närliggande syftena som läraren gav eleverna blev mål i sikte för eleverna samt om de blev kontinuerliga med det övergripande syftet. Med PEA analyserade vi alltså om det syntes att eleverna uppmärksammade mellanrum och skapade relationer relevanta för de två typerna av syften.

Resultatet av dessa analyser av samtliga moment under lektionen kategoriserades således efter

- A. De *samtalsformer* som användes under lektionen
- B. Om närliggande syftena blev *mål i sikte* för eleverna och *kontinuerliga* med det övergripande syftet.

I det *andra steget* användes analysen för att designa ändringar i lektionen för att låta eleverna tala kemi i högre utsträckning. Designen användes sedan vid utförandet av lektionen i cykel 2. I det *tredje steget* analyserades den modifierade lektionen igen på samma sätt som i steg 1 för att se hur elevernas möjligheter att tala kemi hade ändrats.

ANALYS OCH RESULTAT

Resultaten presenteras under tre rubriker som motsvarar analysens tre steg.

Steg 1: Cykel 1

För att förstå analysen vill vi påminna om det övergripande syftet för lektionen, nämligen att eleverna skulle kunna använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel för att beskriva och förklara vad som händer vid redoxreaktioner.

Dessa övergripande syften blev inte tydligt kontinuerliga med de närliggande syftena under lektionen i cykel 1. Eleverna deltog i aktiviteter som ofta inte ledde dem mot redoxreaktioner. Det blev därför inte synligt genom de mellanrum och relationer som eleverna själva skapade huruvida de gavs möjlighet att lära sig det som avsetts.

Moment 1

Moment 1 omfattade helklassamtal om olika reaktionstyper. Läraren började med att be eleverna om ett exempel på en reaktion mellan en metall och en icke-metall.

Exempel 1

1. Lärare: ... Kan ni en sån reaktion?
2. Elev: Salt
3. Lärare: Jättebra, hur bildas salt?
4. Elev: Eh ... alltså ... dom skaffar joner
5. Lärare: Dom blir joner

I helklassamtalen användes en strängt triadisk samtalsform. Läraren ställde en fråga (1), eleven svarade med ett ord (2) och läraren värderade elevens svar (3). Läraren ställde sedan en ny fråga (3), eleven svarade med tre ord (4) och läraren korrigerade svaret (5). Eleven gissade på lärarens frågor och läraren höll kontroll över samtalsriktningen genom att utvärdera eller korrigera det felaktiga svaret. Eleven fick inte möjlighet att svara med mer fullständiga satser och det blev osynligt om eleven kunde använda relationer som omfattade naturvetenskapliga begrepp som reaktion, salt eller joner på ett funktionellt sätt i samtalet.

Läraren bad eleverna inledningsvis som närliggande syfte att ge exempel på reaktioner de kunde sedan tidigare. Med frågan "Kan ni en sån reaktion?" (1) skapade läraren ett mellanrum som eleverna förväntades fylla med en relation. Det är dock oklart om eleven förstod ordet *reaktion*. Relationen eleven skapade till begreppet *reaktion* var istället ett ämne, *salt* (2). Fast relationen var felaktig svarade läraren "Jättebra" (3). Läraren skapade ett nytt mellanrum genom frågan "hur bildas ett salt?" (3). Eleven fyllde mellanrummet med svaret "dom skaffar joner". Relationen blev *det bildas salt då dom skaffar joner*. Inte heller här skapas en tydlig relation av eleven, något läraren uppmärksammade och gick vidare med genom att själv korrigera med relationen "Dom blir joner" (5). Vad som blir joner vid reaktionen görs osynligt med det ospecifika "dom". Analysen visar att det var osynligt om lärarens närliggande syfte, att eleverna skulle ge exempel på reaktioner mellan metaller och icke-metaller, blev ett mål i sikte för eleverna. Vi kan inte se om naturvetenskapliga begrepp som *reaktion* eller *salt* användes på ett korrekt sätt och det bidrog till att osynliggöra om relationerna eleverna skapade verkligen fyllde de mellanrum som uppmärksammades.

Ytterligare ett exempel kommer från introduktionen till lektionen när läraren bad eleverna ge exempel på en fällningsreaktion:

Exempel 2

6. Lärare: Ja, är det någon som kan ge ett exempel på det?
7. Elev 1: Ja
8. Elev 2: Elev 1 [elevens namn]?
9. Elev 1: Ja det är ... vi använder sol, silverjoner för att ... eh
10. Elev 3: Fälla
11. Lärare: För att fälla ut?
12. Elev 1: Klor
13. Lärare: Jättebra ... När silverjoner får fälla ut kloridjoner

Exempel två är också strängt triadiskt. Precis som i exempel 1 svarade eleverna med få ord på lärarens fråga (9, 10, 12). Läraren gav också här en positiv värdering av elevens svar (13) trots att eleven inte hade gett en fullständig fällningsreaktion och visat att den faktiskt kunde skilja mellan atomer och joner (klor eller klorid). Det var också olika elever som bidrog med enstaka ord och det blev oklart om någon av eleverna kunde ge exempel på relationer som inbegrep en fullständig reaktion. Läraren korrigerade elevernas svar genom att sätta samman elevernas enskilda ord till ett en fullständig sats (13). Vi kan därför inte se om eleverna kunde delta i eller skapa naturvetenskapligt samtal med relevanta naturvetenskapliga begrepp.

I exempel 2 gavs eleverna det närliggande syftet att ge exempel på fällningsreaktioner. Två elever skapade nu relationer till *silverjoner*, till *fälla* och till *klor* (9, 10, 12) och därmed till några begrepp som hör samman med en fällningsreaktion. Samtidigt fick inte eleverna möjlighet att själva relatera begreppen till varandra, utan det gjorde läraren (11, 13). Läraren korrigerade också "fälla" till "fälla ut" (10, 11) och "klor" till "kloridjoner" (12, 13). Skillnaden mellan atomer och joner behandlades inte. Det närliggande syftet att ge exempel på en fällningsreaktion blev inte mål i sikte för eleverna. Eleverna kunde använda några begrepp men vi ser inte om eleverna kunde sätta ihop dem till relationer för att tala om fällningsreaktioner.

På samma sätt fördes samtalen under hela moment 1. Genomgående går det således inte att se att de närliggande syftena att tala om olika reaktionstyper blev mål i sikte för eleverna. Det blev också omöjligt för läraren att se om eleverna var på väg mot de övergripande syftena, eftersom det triadiska samtalet gjorde att läraren inte kunde se vilka mellanrum eleverna faktiskt uppmärksammade och därmed bedöma vad eleverna menade med de knapphändiga relationer de skapade. Samtalen i helklass gav inte eleverna utrymme för att explicit utreda hur naturvetenskapliga begrepp används eller relateras till varandra i längre uttalanden.

Moment 2

Moment 2 omfattade gruppsamtal. Läraren hade en väg på katedern och delade ut stålull, tändare och uglas till alla elever. Innan eleverna började sina gruppsamtal sade läraren:

Lärare: Vad händer när jag låter den här [stålullen] glöda? Vad kommer den att reagera med? Kommer den att bli tyngre, kommer den att väga mer? Eller kommer den att väga mindre? Och varför? Det är det viktiga i hypotesen, eller hur? Vi tycker någonting, varför tycker vi så?

Läraren gav här eleverna närliggande syften som fokuserade hur stålullens vikt skulle förändras (öka/minska), vad järnet skulle komma att reagera med och varför de trodde vikten skulle ändras på ett visst sätt. Läraren gick mellan grupperna, svarade på elevernas frågor och hjälpte eleverna. I en av grupperna utspelade sig följande samtal strax efter att de satt igång:

Exempel 3:

14. Elev 1: Jag tror det ska väga mer för att järn reagerar med syre och då bildas molekylerna mer
15. Elev 2: Det blir samma
16. Elev 3: Samma
17. Elev 2: För det brinner inte ... det bara glöder
18. Elev 3: Men syret kommer i järnet ... det här är bara järn utan syre... men när syre reagerar ... Det blir två saker....

En analys av samtalsformen visar att eleverna under gruppsamtalen kunde tala i fullständiga sats, vilket antyder att det triadiska samtalet i helklass inte var nödvändigt på grund av elevernas språkkunskaper. Eleverna kunde samtala med varandra och skapa relationer i sina samtal till de syften läraren gett. De närliggande syftena eleverna fått av läraren, att tala om vad som händer med stålullens vikt när järn reagerar med syre, blev ett mål i sikte för eleverna. Det visar att det går att arrangera samtal med dessa elever där det blir tydligt genom de mellanrum de uppmärksammar om de förstår syftena eller inte. I samtalen saknades dock relevanta naturvetenskapliga begrepp som skulle kunna leda mot det övergripande syftet. Elevernas samtal behandlade vad som skulle hända med vikten och varför. Eleverna skapade inte i sina samtal relationer om hur atomerna är uppbyggda, vad de har för kemiska beteckningar eller vad som skulle hända under reaktionen i termer av reaktionsformler eller elektronförflyttningar. Vi kan därmed se att eleverna behandlar redoxreaktionen makroskopiskt, i huvudsak i termer av viktförändringar som sker, och inkluderar inte de submikroskopiska eller symboliska formerna i sina samtal. Samtalet bidrog inte till att utveckla elevernas lärande i hur man talar om redoxreaktioner i enighet med lektionens syften.

För att komma in på ett naturvetenskapligt samtal som behandlar redoxreaktioner skulle läraren ha behövt göra klart för sig vilka närliggande syften som hade varit lämpliga. Samtalet som eleverna utvecklade ramades alltför kraftigt in av det närliggande syftet som behandlade viktförändringen hos stålull. Elevernas möjlighet att föra ett naturvetenskapligt samtal som kunde göras kontinuerligt med redoxreaktioner hindrades. Detta upptäckte läraren mitt under gruppsamtalen och gav då eleverna ett nytt närliggande syfte, nämligen att skriva en reaktionsformel för reaktionen mellan järn och syre.

Även detta närliggande syfte blev ett mål i sikte för eleverna, men inte heller det syftet blev kontinuerligt med det övergripande syftet att tala om redoxreaktioner, då eleverna mest gissade och letade på nätet och i gamla anteckningar efter hur reaktionsformeln skulle se ut.

Moment 3-5

Även helklassgenomgångarna i moment 3-5 analyserades på samma sätt. Vi rapporterar inte här för analyserna i detalj utan ger bara en sammanfattning av resultaten.

Under moment 3 bad läraren eleverna att inför helklass berätta om vad de kommit fram till under grupsamtalen. Detta närliggande syfte blev mål i sikte för eleverna. Eleverna uppmärksammade relevanta mellanrum och fyllde dem, om än kortfattat med relationer om vad de kommit fram till skulle hända med stålullens vikt. Samtidigt gjordes inte det närliggande syftet kontinuerligt med det övergripande syftet att tala om redoxreaktioner, utan det blev ett löst fragment som lämnades obehandlat och inte länkades samman med det som kom att behandlas under resten av lektionen. Helklassamtalet gick snabbt över till att tala om ett nytt närliggande syfte, nämligen att skriva en korrekt reaktionsformel.

Under moment 4 demonstrerade läraren stålull som glödde på en balansvåg och gav eleverna samtidigt igen det närliggande syftet ”då ska vi se vad som händer med vikten”. Det närliggande syftet blev mål i sikte för eleverna då vågen visade att stålullens vikt ökade när den glödde och eleverna också sade att vikten ökade. Läraren konstaterade att elevernas hypoteser från grupsamtalen om viktförändringen var riktiga. Det närliggande syftet att tala om viktförändringen blev mål i sikte, men inte kontinuerligt med det övergripande syftet att tala om redoxreaktioner.

I moment 5 fördes ett strängt triadiskt samtal. Läraren gick igenom elektronöverföringen mellan järn och syrgas och lade stor del av samtalet till att behandla vilken typ av järnoxid som bildades och hur man balanserade reaktionsformeln. Det var läraren som ledde samtalen, skapade mellanrum och som fyllde dem med relevanta relationer. När den kemiska formeln balanserades av läraren, talade läraren inte explicit om att man kan balansera en kemisk formel genom att studera elektronförflyttningen. Att det fanns ett samband mellan elektronförflyttningen och den kemiska formeln blev därmed outtalat. Läraren berättade därefter att eleverna nu skulle få lära sig nya begrepp för att lättare kunna tala om redoxreaktioner. Moment fem och lektionen avslutades så med att läraren introducerade dessa begrepp.

Det är svårt att se att det närliggande syftena i moment 5 blev mål i sikte då eleverna endast fick göra korta uttalanden där de fyllde i lärarens frågor med ett fåtal ord.

Exempel 5:

19. Lärare: Vad är det som ger elektroner till vad? Räck upp handen så jag ser vilka som vill svara
20. Elev: Alltså syre den har sex valenselektroner så den tar från den andra
21. Lärare: Ja, precis, hur många elektroner vill den ha då?
22. Elev: Två
23. Lärare: Två, syret vill ha två valenselektroner och den kan ta det ifrån någon annan ... eller hur?
24. Elev: Ja
25. Lärare: Vem ger syret elektronerna nu då?
26. Klassen: Järn
27. Lärare: Hur många elektroner vill varje syre ha?
28. Elev: Åtta
29. Lärare: Åtta. Hur många vill den ha från järn?
30. Klassen: Två

Summering av steg 1

Med undantag för gruppsamtalen tilläts inte eleverna i de strängt triadiska samtalen under lektion 1 i första cykeln att själva använda naturvetenskapliga ord och kemiska begrepp för att lära sig tala kemi. Ett återkommande problem var också att de närliggande syftena inte blev mål i sikte. I flera moment hade inte läraren heller någon tydlig koppling till det övergripande syftet. I vissa fall, till exempel under gruppsamtalen, när närliggande syften blev mål i sikte, blev de ändå inte kontinuerliga med det övergripande syftet. Det avgörande problemet var att eleverna inte erbjöds att uppmärksamma relevanta mellanrum i den närliggande aktiviteten som skapade ett behov av att fyllas med relationer med kontinuitet till lektionens övergripande syfte. Det är viktigt att läraren planerar för närliggande syften som blir mål i sikte för eleverna, men också att de kan göras kontinuerliga med det övergripande syftet som läraren planerat för lektionen. Vi ser att det trots hög grad av interaktion mellan lärare och elev samt mellan eleverna var osynligt vad eleverna lärde sig. De praktiska epistemologier som synliggjordes under samtalen var lärarens omhändertagande roll och välvilja att eleverna inte skulle känna sig okunniga.

Steg 2: Principer för förändringar från Cykel 1 till 2

Med utgångspunkt i analysen i steg 1 gjordes en ny design av samma lektion i cykel 2 med hjälp av de två didaktiska modellerna organiserande syften och samtalsformer.

För det första krävde analysen att syftena med lektionen gjordes klarare i den nya designen. De närliggande syftena under lektionens olika delar behövde kunna fungera som mål i sikte för eleverna och samtidigt kunna göras kontinuerliga med det övergripande syftet. De närliggande syftena behövde skapa ett behov hos eleverna att koppla samman nya begrepp med relevanta tidigare erfarenheter. I samtalen behövde läraren därför uppmärksamma eleverna på relevanta mellanrum och eleverna behövde uttala relevanta relationer som kunde göras kontinuerliga med lektionens övergripande syften. Med målet att eleverna skulle lära sig att använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel, behövde eleverna få samtala om de elektronöverföringar som sker i de olika redoxreaktioner som behandlades. Eleverna behövde få använda relevanta kunskaper i sina samtal, där det behövdes göras synligt att de kunde använda relevanta begrepp för att resonera om kemiska händelser. Dessa samtal behövde läraren också kunna använda för att skapa kontinuitet till det övergripande syftet.

För det andra, för att läraren skulle kunna se elevernas lärandeprogression behövde de få möjlighet att göra längre uttalanden. Designen syftade därför även till att bryta det triadiska samtalsmönstret i helklassamtalen och att skapa ett ökat samtalsutrymme för eleverna. Detta krävde ett *genuint samtal* där läraren undvek att ställa frågor som omedelbart värderades eller korrigerades. Det var viktigt att eleverna också i helklass fick möjlighet att utveckla sina svar så att läraren kunde uppmärksamma eleverna på hur riktiga relationer mellan begrepp såg ut så att de själva lärde sig att tala kemi.

Båda dessa förändringar genomfördes i cykel 2. En sammanfattning av förändringarna finns i Tabell 1. Vi redogör nedan för hur förändringarna i detalj såg ut i termer av konkreta interaktioner under cykel 2 och de konsekvenser förändringarna hade för elevernas möjligheter att lära sig tala kemi.

Steg 3: Förändringar i Cykel 2

Moment 1

I helklassamtalet i moment 1, cykel 2 var det närliggande syftet liksom tidigare att tala om olika reaktionstyper och vad som kännetecknar dessa:

Exempel 5

1. Lärare 1: Kan alla försöka komma på en reaktion med en syra?
2. Elev 1: Saltsyra

3. Lärare: En reaktion ... hela reaktionen
4. Elev 1: Saltsyra med vatten
5. Lärare: Vad händer här då? (läraren skriver upp med symboler)
6. Elev 1: Det bildas H_2O och Cl minus
7. Lärare: Vad har hänt här då? (skrivit upp reaktionsformeln på tavlan)
8. Elev 2: Övergång av en proton
9. Lärare: Var är protonen som lämnades?
10. Elev 2: Från saltsyran till vatten
(Läraren ringar in vätet (H i HCl) och visar med en pil hur det förflyttas från saltsyran till vattnet).

Exempel 6:

11. Lärare: Kan du en någon annan reaktion?
12. Elev: Natriumfluorid
13. Lärare: Men det är ingen reaktion, kan du säga hela reaktionen?
14. Elev: Natrium plus fluor, det bildar natriumfluorid
15. Lärare: Varför?
16. Elev: Natrium släpper sin elektron till fluor

Det närliggande syftet att tala om vad som kännetecknar olika reaktionstyper som eleverna hade erfarenhet av sedan tidigare blev nu synligt mål i sikte för eleverna. Inte bara läraren utan också eleverna byggde upp relationer till kemibegrepp relevanta för olika reaktionstyper. Reaktionsformler antecknades på tavlan och reaktanter och produkter benämndes. Samtalet övergick även till vad som sker mellan ämnena i termer av proton- och elektronöverföringar. Det närliggande syftet att tala om vad som kännetecknar olika reaktioner blev mål i sikte för eleverna och så småningom också kontinuerligt mot det övergripande syftet att få eleverna att börja tala om redoxreaktioner.

Genom att försöka undvika ett triadiskt samtalsmönster och ge eleverna i cykel två ett större talutrymme gav läraren dem större möjlighet att delta i ett mer genuint naturvetenskapligt samtal. Läraren uppmanade eleverna att utveckla sina svar för att synliggöra i samtalet hur olika begrepp hängde samman. Begrepp som användes felaktigt i helklassamtal korrigerades inte direkt av läraren själv, utan eleverna fick nu möjlighet att utreda hur begreppen kunde användas i ett fungerade samtal. Elevens svar (2) värderades och korrigerades inte av läraren, utan läraren förtydligade frågan (3) genom att be eleven om en hel reaktion. Elevens svar som var ofullständigt (4) fick eleven utveckla vidare genom att läraren ställde ytterligare en fråga (5). Detta tillät läraren att se att eleverna hade uppmärksammat relevanta mellanrum för syftet och också fyllt dem med relevanta relationer. Läraren skrev samtidigt upp reaktionsformeln på tavlan med symboler och läraren markerade protonförflyttningen från saltsyran till vatten.

Moment 2

Under grupparbetet i moment 2 fick eleverna följande närliggande syften av läraren som också var avsedda att hjälpa eleverna att uppmärksamma relevanta mellanrum: "beskriv de ämnen ni har", "hur ser de ut", "är de i fast form", "är de inte i fast form", "utför försöket", "gör försöket", "vad ser ni exakt", "vad är som händer", "beskriv vad ni ser hända", "vad är det nya som bildas" och "ni ska använda den informationen för att räkna ut varför det som bildats har bildats".

Eleverna delades in i grupper där de fick utföra olika försök. Alla försök omfattade en redoxreaktion. Läraren gick mellan grupperna, svarade på elevernas frågor och hjälpte eleverna. I exempel 7 skulle eleverna undersöka reaktionen när magnesium får brinna (eleverna talar ibland om andra saker, t.ex. om att måla naglar, som vi har utslutit i transkriptet):

Exempel 7

17. Elev 1: Det kan vara bra att skriva vad vi såg, vad heter låga?
18. Elev 2: Eld med vit färg
19. Elev 1: *Vad ska vi säga att magnesiumoxid ser ut som?*
20. Elev 2: *Damm men är inte riktigt damm*
21. Elev 2: *Vad hände?*
22. Elev 1: Magnesium gav elektroner till syre
23. Elev 2: Som vill ha ädelgasstruktur och *sen slut*
24. Elev 1: *Vi gör balansera*
25. Elev 1: *Bara så här?*
26. Elev 2: Med O₂
27. Elev 1: *Men jag tror magnesium ska vara två*
28. Elev 1: *Vi lägger två här och två här* (skriver reaktionsformel)

Gruppen i exempel 8 undersökte vad som händer när ett järnföremål sänks ner i kopparsulfat:

Exempel 8

29. Elev 1: Vi hade kopparjoner och järnatomer. Som Elev 2 sa, det har blivit atomer (pekar i boken) men det är metall och metall!
30. Elev 2: Metalljoner
31. Elev 1: Exakt, det här är joner och det här är atomer (pekar i boken)
32. Elev 3: Metalljoner reagerade med metallatomer
33. Elev 1: Ja ... det måste vara så ... jag vet inte med jag tror att järn ... den var järnatom med det har blivit jon när den reagerade med kopparsulfat ... den blev atom (pekar i boken) ... det är därför det blev orange färg ... vi kommer att säga så här ... vad har blivit med järn ... den blivit jon ... vad hände med kopparjon ... den blev kopparatom.

Vi ser att eleverna under grupparbetet kunde föra ett samtal med ett tydligt kemiskt innehåll, där de använder makroskopiska, submikroskopiska och symboliska former simultant, genom att de faktiskt uppmärksammade de mellanrum som läraren bad dem att behandla. Eleverna talade om vad som hände under reaktionerna också i termer av elektronförflyttning mellan olika ämnen. Eleverna skrev också upp reaktionsformler i sina skrivböcker. Vi kan alltså se att de närliggande syftena blev mål i sikte för eleverna och att det närliggande syftet skapade ett behov av att använda relevanta erfarenheter som nu kunde göras kontinuerliga med det övergripande syftet att tala om redoxreaktioner i termer av elektronförflyttningar mellan olika ämnen. Eleverna kunde föra ett samtal där relevanta relationer mellan naturvetenskapliga begrepp var synliga.

Moment 3

Under moment 3 fick nu eleverna berätta för varandra om sina försök i syfte att erbjuda eleverna ökad möjlighet och behov av att använda naturvetenskapliga begrepp och att skapa relationer mellan dem.

Exempel 9:

34. Elev 1: Ok vi hade kopparsulfat ... Det här är kopparsulfatlösningen och vi hade järn, järn i fastform ... Vi hade kopparjoner ... Koppar var jon och järn var atom ... Järn gav två elektroner till kopparjonen och koppar blev kopparatom ... Först var jon
35. Elev 2: Först jon
36. Elev 1: Först var den jon i lösningen med sen när den reagerade med järn så blev det kopparatom
37. Elev 2: Kopparatomer ... för att den gav två ...
38. Elev 1: Precis järn gav till koppar men järn var atom och koppar var jon
39. Elev 2: Nu är det tvärtom

40. Elev 1: När den fick elektron den blev atom och den blev jon (pekar i boken)
41. Elev 2: Som det hände med oss ... vad duktiga vi är

Exempel 10

42. Elev 3: När vi la järn i kopparsulfat så gav järn två elektroner till kopparjoner ... då blev kopparjoner kopparatomer och gav orangefärg ... järn blev järnjoner och det blev järnsulfat ... kopparsulfat reagerade med järn och det blev järnsulfat och kopparatomer.

Det närliggande syftet blev mål i sikte för eleverna. Samtalet blev också kontinuerligt med det övergripande syftet att behandla redoxreaktioner i termer av att det sker elektronförflyttningar när ämnena reagerar. Eleverna kunde alltså skapa relevanta relationer i sina samtal till redan bekanta kemiska begrepp när det närliggande syftet som erbjöds dem var tydligt. Den nya designen erbjöd i samtalet mellan grupperna eleverna ökat samtalsutrymme och det blev synligt att det triadiska samtalet inte var nödvändigt. Eleverna visade återigen förmåga att föra ett naturvetenskapligt samtal. Demonstrationen i moment 4 var inte längre nödvändig och utslöts.

Moment 5

Under helklasssamtalet i moment 5 var det närliggande syftet att ha en genomgång av alla gruppöversök. Läraren bad eleverna att berätta om sina försök som sammanfattades på tavlan. Det närliggande syftet blev mål i sikte för eleverna då eleverna kunde redogöra för sina gruppsamtal. Det närliggande syftet blev samtidigt kontinuerligt med det övergripande syftet att tala om redoxreaktioner. Samtalet var inte lika strängt triadiskt som i cykel 1, utan läraren var noga med att ställa frågor som inte utvärderades utan att först utredas.

Exempel 11

43. Lärare: Vad hände här?
44. Elev 1: Kopparsulfat reagerar med järn
45. Lärare: Reagerar både kopparjonen och sulfatjonen?
46. Elev 1: Kopparjonen
47. Lärare: Koppar 2 + + (skriver på tavlan)
48. Elev 1: (viskar något som inte hörs)
49. Lärare: Tänk på vad är det som reagerar, ni hade kopparjoner, sulfatjoner, järn och vatten
50. Elev 1: Kopparjonerna med järn
51. Lärare: Vad hände mellan dom?
52. Elev 1: Järn ger sina elektroner till kopparjon och det blir kopparatomer
53. Lärare: Hur kunde du se att det blev kopparatomer?
54. Elev 1: Färgen
55. Lärare: Och järn då?
56. Elev 1: Det blev en järnjon

Lärare skrev upp hela reaktionen på tavlan och markerade elektronförflyttningen från järn till koppar. Läraren använde senare sammanfattningarna av de olika elevförsöken som skrivits på tavlan för att introducera begreppen som hör till redoxreaktioner.

57. Lärare: ... Jag ska introducera några begrepp, magnesium gav elektroner till syre, när ett ämne ger sina elektroner kallas det för oxidation.

Läraren använde nu elevernas samtal under gruppöversöken för att introducera de nya begreppen som hör samman med redoxreaktioner. På så sätt gjordes det närliggande syftet under moment 5 kontinuerligt med hela lektionens övergripande syfte.

DISKUSSION

Meningsskapande är en process som människor gör tillsammans och kunskap skapas i interaktion mellan människor i aktiviteter med tydliga syften (Abrahams & Millar, 2008). Vår studie visar hur elevernas samtal med läraren och med varandra kan få betydelse för vad eleverna lär sig.

Helklassamtalen i cykel 1 var strängt triadiska vilket betydde att det blev osynligt vilka mellanrum eleverna faktiskt uppmärksammade och vilka relationer de faktiskt skapade. Flera naturvetenskapliga begrepp användes av läraren och eleverna, men en närmare analys visar att begreppen inte kopplades samman av eleverna till fungerande kemisamtal. De triadiska samtalen skapade också otydliga och felaktiga relationer till naturvetenskapliga begrepp. Läraren korrigerade eleverna men de gavs inte utrymme att själva utreda hur man använder begreppen på ett fungerande sätt. När begrepp används och kombineras på ett felaktigt sätt, blir det omöjligt för eleverna att få syn på hur begreppen skulle kunna användas i fungerande kemisamtal. De triadiska samtalen hindrade också att de närliggande syftena som gavs av läraren, att ge exempel på olika reaktioner, inte blev mål i sikte för eleverna. De bidrog därför till att det inte framgick huruvida eleverna lärde sig att tala kemi.

I linje med studier av naturvetenskapliga samtal i enspråkiga grupper (t.ex. Anderhag, Danielsson Thorell, Andersson, Holst & Nordling, 2014) visar förändringarna i cykel 2 hur en lärare med tydliga syften kan skapa en genomtänkt progression som också elever som lär sig svenska kan dra nytta av. Eftersom läraren tillsammans med eleverna förde samtal som gav kontinuitet mellan de organiserande syftena, blev det synligt att eleverna kunde använda naturvetenskapliga begrepp i de närliggande aktiviteterna på ett sätt som ledde dem emot de övergripande syftena. En viktig del i att hjälpa eleverna att se syftena var att läraren tydliggjorde de mellanrum eleverna behövde uppmärksamma. Uppenbarligen kan lärare använda didaktiska modeller för att analysera och designa lektioner som ger andraspråks elever bättre möjligheter att tala kemi.

Eleverna i studien har grundskolebetyg i kemi från sina hemländer och har valt att fortsätta läsa ämnet på gymnasienivå. Eleverna saknar betyg i svenska mot årskurs 9, något de har gemensamt med många ungdomar i introduktionsklasser runt om i Sverige. Vi har kunnat visa att kunskaper i svenska inte nödvändigtvis behöver hindra nyanlända elever att delta i undervisningen i ett skolämne samt hur lärares tillämpning av två didaktiska modeller kan stödja elevers lärande i kemi. Hur pass generella våra slutsatser är, beror på i vilken mån de går att överföra på andra liknande sammanhang. Vi tror dock att våra resultat kan ge lärare kunskap om hur man mer generellt kan analysera och designa undervisning för att stödja alla elevers lärande i kemi och kanske också i naturvetenskapliga ämnen i allmänhet.

Våra resultat visar att även om eleverna inte uppmärksammar vad som ska inkluderas i ett kemisamtal, behöver det inte vara ett bevis på bristande kunskaper varken i svenska eller kemi. Eleverna i studien kommer från många olika länder med olika skolsystem där kunskaper värderas på skilda sätt och där lärare kan ha andra roller än i svenska klassrum. Det bör då vara av särskild vikt att lärare planerar undervisning som möjliggör tydliga syften som också gör lärandet av ämnesspråket synligt i klassrummet (Östman, 2014). Nygård Larsons (2011) forskning visar att flerspråkiga elever generellt har svårare att nå högre betygsnivåer i biologi beroende på att de har svårare för att uttrycka sig självständigt, såväl muntligt som skriftligt. En strategi bland flerspråkiga flickor var att skriva av läroböcker, vilket hindrade eleverna från att lära sig att uttrycka sig självständigt. För högre betyg krävs ett mer självständigt skrivande och läsande av eleverna, användning av ämnesrelevanta uttryck och texttyper samt förmåga att dra egna slutsatser och se samband (Nygård Larson, 2011). Nygård Larsons slutsats var bland annat att andraspråks elever behöver ges ökad möjlighet att själva tala och röra sig mellan mer vardagliga och mer ämnesrelaterade uttryckssätt samt få förståelse för vilken typ av texter de förväntas producera. Resultat från PISA (2015) visar att andraspråks elever i samtliga nordiska länder presterar generellt sämre än infödda elever i flera skolämnen (Skolverket, 2016). Hvistendahl och Roe (2010) framhåller att PISA-frågorna rörande naturvetenskap ställer

krav på både ämneskunskaper och språkkunskaper hos eleverna och efterlyser därför fler studier som fokuserar den språkliga dimensionen i naturvetenskapliga ämnen. Genom att studera lärandet medan det pågår visar våra analyser med didaktiska modeller vad elever erbjuds att lära sig och hur undervisningen kan designas så att eleverna får använda relevant ämnesspråk i välvalda sammanhang för att lära sig "tala kemi". I förlängningen torde elevers ökade möjligheter att tala kemi också skapa ökade möjligheter för dem att lära sig tala svenska i allmänhet (Gibbons, 2010).

De nyanlända elevernas lärande påverkas självklart av individuella faktorer som ålder, litteracitet på modersmålet, generell skolbakgrund och det mottagande eleverna får av lärare och den skola de kommer till (Axelsson, 2015). All undervisning måste dock alltid utformas utifrån elevens bakgrund och inte förenkla ämnesinnehållet. Därför behövs det fler studier som visar hur man analyserar och planerar undervisningen med olika elevgrupper och i olika ämnen för att erbjuda kunskap om hur man som ämneslärare bäst möter nyanlända och andraspråkselever i den svenska skolan. Användningen av didaktiska modeller erbjuder en väg att utveckla detta.

REFERENSER

- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969. DOI: 10.1080/09500690707749305
- Aikenhead, G. S. (2006) *Science Education for Everyday Life: Evidence-Based Practice*. New York: Teacher College Press.
- Anderhag, P., Danielsson Thorell, H., Andersson, C., Holst, A., & Nordling, J. (2014). Syften och tillfälligheter i högstadie- och gymnasielaborationen: En studie om hur elever handlar i relation till aktivitetens mål. *NorDiNa*, 10(1), 63-76. DOI: 10.56.17/nordina.862.
- Anderhag, P., Wickman, P.-O. & Hamza, K. M. (2015). Signs of taste for science: a methodology for studying the constitution of interest in the science classroom. *Cultural Studies of Science Education*, 10(2), 339-368. DOI: 10.1007/s11422-014-9641-9
- Axelsson M. (2015) Nyanländas möte med skolans ämnen i ett språkdidaktiskt perspektiv i Bunar, N. (red.) *Nyanlända och lärande - mottagande och inkludering* (s. 81-138) Stockholm: Natur & Kultur.
- Bunar, N. (2015). Inledning. Bunar, N. (red.) *Nyanlända och lärande - mottagande och inkludering* (s. 9-36) Stockholm: Natur & Kultur.
- Cummins, J. (2017). *Flerspråkiga elever: effektiv undervisning i en utmanande tid*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Dewey, J. (1938/1997). *Experience and education*. New York: Touchstone, Simon and Schuster.
- Duit, Reinders, Gropengiesser, Harald, Kattmann, Ulrich, Komorek, Michael, & Parchmann, Ilka. (2012). The model of educational reconstruction - a framework for improving teaching and learning science. I D. Jorde & J. Dillon (red.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (s. 13-38). Rotterdam: DOI: 10.1007/978-94-6091-900-8_2
- García, O. (2009). *Bilingual education in the 21st century: A global perspective*. Malden, MA: Blackwell.
- García, O. & Sylvan, C. E. (2011). Pedagogies and practices in multilingual classrooms: Singularities in pluralities. *The Modern Language Journal*, 95(3), 385-400. DOI: 10.1111/j.1540-4781.2011.01208.x
- Gibbons, P. (2010). *Lyft språket, lyft tänkandet: språk och lärande*. (1. uppl.) Uppsala: Hallgren & Fallgren
- Gilbert, J.K. och Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. (vol.4). New York: Springer
- Goldberg, J., Enyedy, N., Welsh, K. M. & Galiani, K. (2009). Legitimacy and language in a science classroom. *English Teaching: Practice and Critique*, 8(2), 6-24

- Hvistendal, R. & Roe A. (2010) Språkliga minoriteters prestationer i naturfag og lesing i PISA 2000 og 2006 – en nordisk sammenlikning. *Nordand*, 5 (1), 69–89.
- Hägerfelth, G. (2004). *Språkpraktiker i naturkunskap i två mångkulturella gymnasieklassrum. En studie av läroprocesser bland elever med olika förstaspråk*. (Doktorsavhandling). Lärarutbildningen, Malmö Högskola: Malmö.
- Johansson A.-M. & Wickman P.-O. (2011). A pragmatist understanding of learning progressions. I: Hudson, B. & Meyer, M. A. (red.) *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe* (s. 47-59). Barbara Budrich Publishers: Leverkusen, Germany
- Johnstone, A.H. (1982), *Macro and microchemistry; School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol 7, 75-83
- Juvonen, P. (2015) Lärarröster om direktplacering av nyanlända elever. I Bunar, N. (red.) *Nyanlända och lärande - mottagande och inkludering* (s. 139-176). Stockholm: Natur & kultur
- Knain, E. (2015) *Scientific Literacy for Participation: A Systemic Functional Approach to Analysis of School Science Discourses*. New York: Springer.
- Kouns, M. (2014). *Beskriv med ord: fysiklärare utvecklar språkinriktad undervisning på gymnasiet*. Doktorsavhandling. Lärande och samhälle. Malmö: Malmö högskola
- Lee, O. (2005). Science education with English language learners: Synthesis and research agenda. *Review of Educational Research*, 75(4), 491-521. DOI: 10.3102/00346543075004491
- Lee, O. & Luykx, A. (2007). Science education and student diversity: Race/ethnicity, language, culture, and socioeconomic status. In S.K. Abell & N. G. Lederman (red.), *Handbook of Research on Science Education* (s. 171-197). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood, N.J.: Ablex.
- 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 (3). 148-163. DOI: 10.1002/sce.20092
- Lijnse, P. L. & Klaassen, K. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? *International Journal of Science Education*, 26(5), 537-554. DOI: 10.1080/09500690310001614753
- Mercer, N. & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: a socio-cultural approach*. London: Routledge.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms [Elektronisk resurs]*. Maidenhead: Open University Press.
- Nygård Larsson, P. (2011). *Biologiämnets texter: text, språk och lärande i en språkligt heterogen gymnasieklass*. Doktorsavhandling. Lund: Lunds universitet.
- Ogborn, J. (red.) (1996). *Explaining science in the classroom*. Bristol, Pa.: Open University Press.
- Sinclair, J.M. & Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: the English used by teachers and pupils*. London: Oxford U.P..
- Skolverket (2016). *PISA 2015, 15-åringars kunskaper i naturvetenskap, läsförståelse och matematik*. Rapport 450. Hämtad 13 December, 2017 från: https://www.skolverket.se/om-skolverket/publikationer/visa-enskild-publikation?_xurl_=http%3A%2F%2Fwww5.skolverket.se%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2Fblob%2Fpdf3725.pdf%3Fk%3D3725
- Skolverket (2017). *Provsresultat i grundskolan läsåret 2016/2017*. Hämtad 07 December, 2017 från: <https://www.skolverket.se/statistik-och-utvardering/statistik-i-tabeller/grundskola/provsresultat>
- Skolverket (2018). 3.16 Naturvetenskapsprogrammet. Examensmål. Hämtad 21 februari, 2018 från : https://www.skolverket.se/om-skolverket/publikationer/visa-enskild-publikation?_xurl_=http%3A%2F%2Fwww5.skolverket.se%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2Fblob%2Fpdf2705.pdf%3Fk%3D2705

- Skolinspektionen (2017). *Språkintröduktion i gymnasieskolan: En kvalitetsgranskning av utbildning vid språkintröduktion*. Diarienummer: 400-2015:6585. Hämtad 07 December, 2017 från: https://www.skolinspektionen.se/globalassets/publikationssok/granskningsrapporter/kvalitetsgranskningar/2017/sprakintröduktion/overgripande_-rapport_sprakintröduktion_gymnasieskolan.pdf
- Uddling, J. (2013) *Direktintegrerade elevers möjligheter till lärande i ämnesundervisningen*. Masteruppsats. Stockholm: institutionen för språkdidaktik, Stockholms universitet
- Utdanningsdirektoratet (2018). *Laereplan i naturfag. Gunnleggende ferdigheter*. Hämtat 21 februari, 2018 från: https://www.udir.no/klo6/NAT1-03/Hele/Grunnleggende_ferdigheter
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
- Wickman, P.-O. (2004). The Practical Epistemologies of the Classroom: A Study of Laboratory Work. *Science Education*, 88(3), 325-344. DOI: 10.1002/sci.10129
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002). Learning as a discourse change: A sociocultural Mechanism, *Science Education*, 86, 601-623. DOI: 10.1002/sci.10036
- Wittgenstein, L. (1953/2012). *Filosofiska undersökningar*. Stockholm, Thales.
- Ünsal, Z, Jakobson, B, Molander, B. O., & Wickman, P.-O. (2016) Science education in a bilingual class: problematising a translational practice. *Cultural Studies of Science Education*. On Line First. DOI: 10.1007/s11422-016-9747-3
- Ünsal, Z., Jakobson, B., Wickman, P.-O. & Molander, B.-O. (2017), Gesticulating science: Emergent bilingual students' use of gestures. *Journal of Research in Science Teaching*. DOI:10.1002/tea.21415
- Zhang, Y. (2016). Multimodel teacher input and science learning in a middle school sheltered classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 55 (1), 7-30. DOI: 10.1002/tea.21295
- Östman, L. (2014). Värden och följemeningar I B. Jakobson, I. Lundegård & P.-O. Wickman. (red) *Lärande i handling. En pragmatisk didaktik* (s. 25-36). Lund: Studentlitteratur

Att använda kunskapsintressen och representationsformer för att planera, genomföra och utvärdera undervisning i kemi för nyanlända på gymnasiet

Dana Seifeddine Ehdwall & Per-Olof Wickman

Introduktion

I den här artikeln visar vi hur lärare med stöd i två ämnesdidaktiska modeller i kemi, *kunskapsintressen* samt *representationsformer* kan planera, utföra och analysera en undervisning som kan stödja andraspråkselever att lära sig om redoxreaktioner. Resultaten i denna artikel är en del av en större studie som utförts i två cykler för undersöka hur man kan använda ämnesdidaktiska modeller för att stödja andraspråkselever i en språkintruktionsklass att lära sig ”tala” kemi.

I en tidigare artikel (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad) visade vi hur lärare kan använda två ämnesdidaktiska modeller, *samtalsformer* (Lemke, 1990) och *organiserande syften* (Johansson och Wickman, 2011). Vi analyserade med modellerna lärandet i en språkintruktionsklass med nyanlända elever som läser kemikurs 1 och visade hur lärare kan använda modellerna för att revidera den analyserade lektionen i syfte att stödja elevernas lärande. Resultatet från första cykeln visade att eleverna hade få möjligheter att yttra sig med längre uttalanden i helklassamtalen och därmed lära sig att tala kemi. Vidare var en lärande progression osynlig i cykel ett då elevernas erfarenheter inte gjordes kontinuerliga med lektionens övergripande mål.

Analysen och resultaten från cykel ett har vi redovisat i den tidigare artikeln (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad). I den här artikeln visar vi hur vi använde ytterligare två ämnesdidaktiska modeller i planeringen av lektionen i cykel två, *kunskapsintressen* och *representationsformer*. Vi använde dessa modeller som redskap för att göra kemiinnehållet ännu tydligare i de syften som fanns under lektionen. I den här artikeln redovisar hur vi använde modellerna för att skapa lektionsplaneringen, samt visar hur det kan se ut när lärare använder planeringen för att stödja andraspråkselever att lära sig tala kemi. Vi visar därmed hur de ämnesdidaktiska modellerna kan användas för att hjälpa lärare att planera och utföra en lektion som stödjer andraspråkselever att lära sig om redoxreaktioner.

Allt fler ungdomar i gymnasieskolan har en annan språklig och kulturell bakgrund än den svenska. Många av dessa ungdomar är också nyanlända och går på språkintruktionsprogram. Hösten 2016 gick ca 18 700 elever på språkintruktionsprogram (Skolverket, 2016) och statistik från 2016 visar att endast 9 % av dessa elever får en examen från ett nationellt program 4 år efter inledande studier på språkintruktionsprogram (Skolverket, 2016). Andraspråkselever har generellt sämre resultat än enspråkiga elever i många skolämnen (Nygård Larsson, 2011; Skolverket, 2017a, b). I skollagen är det formulerat att all utbildning ska vara likvärdig och vila på vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet. Därför är det angeläget att visa hur ämnesdidaktiska modeller kan användas av ämneslärare för att stödja elevernas lärande i skolämnena i syfte att öka elevernas möjlighet att ta sig vidare i utbildningssystemet och motverka det resultatgap som flera studier har visat (Skolverket, 2017a; 2017b).

Klassrumsforskning gällande andraspråkselever har fokuserat på faktorer som påverkar andraspråkets utveckling eller på förstaspråkets användning som resurs i undervisning av skolämnen (Buxton & Lee, 2014; Cummins, 2017; Garcia, 2018; Ünsal, Jakobson, Molander & Wickman, 2016). I Sverige har det även på senare år kommit klassrumsstudier från gymnasieskolan som har en mer språkdidaktisk inriktning i de naturvetenskapliga ämnena (Hägerfelth, 2004; Kouns, 2010; 2014). Det finns även några studier som har intresserat sig för användning av semiotiska resurser i klassrum med andraspråkselever i naturvetenskap och hur dessa resurser kan vara ett stöd i den naturvetenskapliga undervisningen (Ünsal, Jakobson, Wickman, & Molander, 2017; Zhang, 2016). Anledning till den här studien och vår tidigare studie är att det finns behov också av en ämnesdidaktisk orienterad forskning med andraspråkselever. Med ämnesdidaktisk avser vi forskning som fokuserar ämnesinnehållet i undervisningen.

Den här studien hör hemma i forskningsfältet didaktisk modellering (Duit, Gropengiesser, Kattman, Kommoreek & Parchmann, 2012). Den bidrar med forskning som visar hur lärare med stöd i ämnesdidaktiska modeller utformade för enspråkiga elever kan planera och analysera andraspråkselevs lärande i kemi. Modellerna har tidigare använts för att analysera undervisningen i enspråkiga klassrum men vi vill visa hur dessa modeller kan används för att planera och utvärdera en lektion i kemi med andraspråkselever.

Tidigare ämnesdidaktisk forskning

Vi har i den här studien valt att fokusera ämnesdidaktisk forskning som betonar ämnesdidaktiska modeller som är innehållsorienterade. Vi vill betona att modellerna har utvecklats i enspråkiga klassrum men vi visar även här hur lärandet i naturvetenskap är nära förbundet med lära sig ämnesspråket, en viktig komponent i att lära sig naturvetenskap är att lära sig att *tala* naturvetenskap (Lemke, 1990).

Att lära sig naturvetenskap är inte bara svårt för andraspråkselever utan upplevs också svårt av enspråkiga elever (Aikenhead, 2006; Broman, Ekborg & Johnels, 2011). Lemke (1990) visade med en stor studie att naturvetenskap kan upplevas som svårt av många elever på grund av det sätt undervisning bedrivs i klassrummen. Lemke har kunnat dokumentera att elever inte får tillräckligt stort talutrymme vilket kan bidra till att elever får svårt att lära sig hur det naturvetenskapliga språket byggs upp och används. Lemke liksom senare även Mortimer och Scott (2003) hävdar att lärare förväntar sig att eleverna implicit ska lära sig naturvetenskap genom att lyssna på när läraren talar. I undervisningen är det också vanligt förekommande att lärare fokuserar på att eleverna ska lära sig förklara ord och begrepp. Att elever lär sig naturvetenskapliga ord och begrepp är dock inte tillräckligt för att de ska lära sig naturvetenskap. Eleverna behöver få utrymme att använda naturvetenskapliga begrepp och själva utreda hur dessa begrepp används tillsammans i särskilda syften, syften som relaterar till en naturvetenskaplig praktik.

I vår tidigare artikel visade vi att andraspråkseleverna som läste kemi på gymnasiet i en språkintruktionsklass fick väldigt begränsat talutrymme, eleverna fick endast svara med några få ord på lärarens frågor och det eleverna sa överensstämde inte med hur man använder begrepp i en naturvetenskaplig praktik, något läraren inte explicit uppmärksammade eleverna på (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad). I den artikeln visade vi också att eleverna under grupparbete kunde samtala med längre yttranden där det var synligt att det svenska språket inte begränsade deras samtal helt. Problemet var dock att eleverna inte

uppmärksammade vad de behöver inkludera i sina samtal när de studerar en redoxreaktion för att kunna skapa en kontinuitet till lektionens övergripande mål.

Inom naturvetenskap, liksom i undervisningen av kemi, finns det olika kunskapsintressen som eleverna behöver lära sig uppmärksamma och behandla för att kunna ta sig vidare mot önskat lärande. Joseph Schwab delade in naturvetenskapens olika syften i fyra olika intresseområden, det *taxonomiska intresset*, *mätintresset*, *funktionsintresset* och *sammanhangsintresset* (Schwab, 1978; Wickman & Persson, 2008). Ett taxonomiskt intresse innebär till exempel att man namnger eller grupperar olika ämnen som man studerar. En elev som lär sig kemi måste lära sig dess taxonomi, att namnge olika ämnen och använda termer och begrepp som finns i den disciplinen ändamålsenligt. Mätintresset inom naturvetenskap går ut på att man ändrar en variabel och *mäter* utfallet i syfte att studera sambandet mellan olika variabler i en undersökning. Funktionsintresset hittar man framförallt inom medicin och har som syfte att svara på frågan: *Vad är orsaken till funktionen X?*, där funktionen till exempel kan vara ett sjukdomstillstånd som man vill utreda. Om man har ett sammanhangsintresse innebär det att man är intresserad av att studera hur olika händelser påverkar varandra och hänger ihop i syfte att bygga större helheter. För att angripa ett sådant intresse använder man kunskaper som man har uppnått genom mätintresset och/eller funktionsintresset med hjälp av taxonomin som man tagit fram.

Flera studier har visat vikten av att eleverna utreder relevanta intressen i undervisningen för kunna att ta sig vidare mot önskat lärande. En studie av Hamza och Wickman (2009) visade att för att eleverna ska kunna resonera kring reaktioner som sker i ett galvaniskt element behöver eleverna först utreda taxonomiskt vad de har för ämnen i elementet och hur man känner igen dessa ämnen. Ett *taxonomiskt intresse* behövde därmed tillgodoses av eleverna för att de ska komma vidare och resonera om galvaniska celler. Om det intresset inte tillgodoses kan det hindra eleverna att komma vidare sin lärandeprocess.

En studie av Wickman (2004) har visat att universitetsstudenter som arbetar med en laboration där de ska utreda vilka lösningar som finns i olika provrör med hjälp av kunskaper i oorganisk kemi, inte självmant använder sig av kunskaper i oorganisk kemi för att lösa uppgiften. Studenterna lyckades att lösa uppgiften utan att använda sig av tidigare kunskaper i oorganisk kemi. Om eleverna inte vet syftet med undervisningen är det därmed svårt för dem att veta vad de behöver inkludera för att komma vidare i en lärandeprocess. Genom att man som lärare är uppmärksam på detta, kan lärare bedöma vilka frågor man bör uppmärksamma eleverna på för att nå det önskade lärandet.

Indelningen av naturvetenskapens syften i kunskapsintressen kan användas som en didaktisk modell av lärare för att klargöra vilka intressen eleverna behöver uppmärksamma i kemiundervisningen för att ta sig mot önskat lärande. I en undervisningssituation kan en lärare ha ett eller flera intressen som hon vill att eleverna ska uppmärksamma. Det är därmed inte sagt att man kan behandla ett intresse åt gången, utan dessa intressen hänger oftast samman i en naturvetenskaplig praktik.

I den här studien använder vi kunskapsintressen som en didaktisk modell i syfte att klargöra vilka intressen elever behöver utreda i kemiundervisning om redoxreaktioner för att ta sig mot önskat lärande. Vi har valt att kalla mätintresse och sammanhangsintresse för *sambandsintresse* respektive *förklaringsintresse* eftersom detta ligger närmare de didaktiska funktioner dessa intressen har i undervisningen.

Johnstone (1982) presenterade en modell för kemiämnets uppbyggnad som innehåller tre representationsformer, makroskopiska, submikroskopiska och symboliska. I kemi använder lärare de olika representationerna simultant för att beskriva olika kemiska företeelser (Johnstone, 1991; Gilbert & Treagust, 2009). De makroskopiska formerna är de observerbara eller kännbara fenomenen, de submikroskopiska formerna, inkluderar till exempel atomer, molekyler, joner och de symboliska formerna innefattar exempelvis kemiska beteckningar, formler ekvationer och grafer (Johnstone, 1991). Det är väldokumenterat att elever på gymnasiet behöver uppmärksamma kemins alla tre representationsformer i sina resonemang för att till exempel kunna beskriva och förklara kemiska företeelser ändamålsenligt (Gilbert & Treagust, 2009; Talanquer, 2011; Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003; Jaber & BouJaoude, 2012). Detta är kemins ämnesspråk och eleverna behöver därför lära sig att använda representationsformerna i relation till varandra i undervisningen i explicita syften.

Svårigheten att lära sig kemi har flera forskare bedömt som en svårighet som bottnar i att elever generellt inte kan använda kemins olika representationsformer för att eleverna har svårt att se hur representationsformerna hänger samman (Johnstone, 1982; Gilbert & Treagust, 2009; Talanquer, 2011; Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003; Jaber & BouJaoude, 2012). Lärare tar allt som oftast för givet att eleverna förstår hur man använder de olika representationsformerna i kemi, men flera studier har visat att flertalet elever använder en form av representation, vanligen makro, till exempel genom att beskriva vad de kan mäta eller se under en laboration, och rör sig inte mellan olika representationer (Kozma & Russel, 1997). Ett liknande resultat visade vi i vår tidigare artikel med andraspråks elever som studerade en redoxreaktion. Eleverna i studien använde i huvudsak de makroskopiska formerna när de skulle tala om vad som händer vid en redoxreaktion. Detta hindrade eleverna att lära sig om hur man talar om redoxreaktioner i kemi (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad). För att eleverna ska kunna beskriva och förklara kemiska händelser är det viktigt att eleverna lär sig använda de submikroskopiska och symboliska formerna tillsammans med de makroskopiska formerna (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003). En viktig roll läraren har är att erbjuda eleverna en undervisning som ger behov av att använda kemins representationsformer och som synliggör för eleverna hur dessa former används tillsammans för kunna tala om en kemisk företeelse (Jaber & BouJaoude, 2012).

I vår tidigare artikel (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad) visade vi att andraspråks elever hade svårt att själva utreda vilka intressen de skulle inkludera i sina samtal för att ta sig vidare i lärandet. Därför är det väsentligt att läraren vet och kan uppmärksamma eleverna på vilka intressen de behöver behandla. Men att endast uppmärksamma intressena är inte tillräckligt för att lära sig tala kemi. Det är viktigt att eleverna får använda kemins representationsformer på ett ändamålsenligt sätt när de beskriver och förklarar kemiska händelser för att lära sig tala kemi (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003; Jaber & BouJaoude, 2012).

I den här studien visar vi hur lärare kan planera och utföra en undervisning med hjälp av de ämnesdidaktiska modellerna, kunskapsintressen och representationsformer i syfte att synliggöra vad eleverna behöver behandla och inkludera i sina samtal när de studerar en redoxreaktion.

Didaktisk modellering

Didaktisk modellering syftar till att utveckla och vetenskapligt pröva modeller för undervisning (Duit et al., 2012). Didaktiska modeller har sin utgångspunkt dels i didaktiska

teorier, dels i empiriska studier av undervisning och lärande. Modellerna kan användas av lärare vid planering, genomförande, utvärdering eller bedömning. Syftet med att utveckla didaktiska modeller är att erbjuda lärare modeller som har en vetenskaplig grund för att stödja elevers lärande i olika ämnen.

I den här studien använder vi två ämnesdidaktiska modeller, kunskapsintressen och representationsformer. Vi använder kunskapsintressen i syfte att klargöra vilka intressen eleverna behöver uppmärksamma och utreda för att ta sig mot önskat lärande, och representationsformer för att klargöra vilka representationsformer dessa intressen måste behandlas med för att kunna tala om en redoxreaktion. Modellen kunskapsintressen har sitt ursprung i studier av naturvetenskaplig forskning (Schwab, 1978) men har didaktiskt reviderats i empiriska studier av elevers lärande i kemi (Hamza och Wickman, 2009). Modellen för kemins representationsformer bygger på en teoretisk analys av kemiinnehållet (Johnstone, 1991) men också på studier av olika svårigheter att lära sig kemi (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003; Jaber & BouJaoude, 2012). Detta gör att modellerna tillsammans lämpar sig att använda för att hjälpa lärare att planera, utföra och utvärdera kemiundervisning.

Teoretiskt ramverk

Studien har utförts med ett sociokulturellt och pragmatiskt perspektiv på lärande. Vi likställer kunskap i olika ämnen med att kunna handla (tala) utifrån olika syften. Att lära sig innebär att skaffa sig nya vanor som hjälper en att delta med ett relevant språkbruk i specifika praktiker. I kemiundervisningen vill man att eleverna ska lära sig att inkludera relevanta intressen (Schwab, 1978) och representationsformer (Johnstone, 1991) i sina beskrivningar och förklaringar av kemiska händelser. Det är i undervisningen som eleverna kan få möjlighet att lära sig vad som ska inkluderas i olika praktiker (Lidar, 2010). Lärandet påverkas därmed av vad eleverna får möta i undervisningen och vilka vanor som premieras i den.

Vi utgår från Wittgensteins (1953/2012) resonemang om att språk får mening i en aktivitet och dess syften samt betonar att språk och aktivitet hör samman i ett så kallat *språkspel*. Inom det naturvetenskapliga språket finns många ord och begrepp som inte används i vardagslivet, men att lära sig orden och begreppen är inte tillräcklig för att lära sig det naturvetenskapliga språket. Det är därmed inte heller tillräckligt att ord och begrepp översätts i mötet med andraspråkselever till elevernas hemspråk då naturvetenskapliga ord och begrepp i sig inte får betydelse utan ett sammanhang eller genom en direktöversättning. Östman (2014) jämför skolans ämnesspråk med språkspel och betonar att ord och begrepp betyder olika saker beroende på vad vi pratar om. Vanliga begrepp som man använder när man talar är till exempel reaktion, sur, reducera och neutral. Dessa ord betyder olika saker beroende på vilket ämnesspråk man använder och i vilket syfte. För att lära sig tala kemispråket behöver eleverna lära sig använda begreppen i just kemiämnet och göra det i syften som återfinns i en kemipraktik, något eleverna kan göra precis som man lär sig ett nytt språk genom att tala det språket med ämneslärare eller andra personer som redan kan använda ämnesspråket i särskilda praktiker (Lemke, 1990).

För att planera för en undervisning som möter eleverna behov tar jag avstamp i *kontinuitetsprincipen* som återfinns i Deweys (2004) verk. Enligt Dewey måste lärare skapa relationer till elevernas tidigare erfarenhet i all undervisning samt erbjuda en undervisning som ger eleverna erfarenhet som möter behoven som finns utanför klassrummen. För att kunna möta dessa krav det är det nödvändigt att läraren erbjuder en undervisning som har

tydliga syften, där eleverna förstår vad de håller på med och där det blir synligt att eleverna inkluderar relevanta erfarenheter. Nödvändiga förutsättningar för att eleverna ska kunna lära sig kemi är därmed att eleverna ser syftet med den undervisning som erbjuds och att de i den undervisningen får använda sig av tidigare erfarenheter för att kunna skapa kontinuitet i sitt lärande. Kontinuitet är att eleven skapar sammanhang mellan tidigare och nuvarande erfarenhet på ett sådant sätt att de kan fortsätta mot syftet med aktiviteten.

För att kunna planera för en undervisning med tydliga syften är det nödvändigt att man som lärare fokuserar innehållet i sin planering. Lärare måste erbjuda en undervisning där relevant ämnesspråk används tillsammans med eleverna eller som eleverna använder med andra elever mot tydliga syften. Många studier har visat att eleverna har svårt att veta vad de ska inkludera i sina samtal, vilket allt som oftast leder till att de inte inkluderar till exempel naturvetenskapliga begrepp eller olika representationsformer i sina samtal under laborationer eller gruppövningar. Det resultatet kunde vi också visa med andraspråks elever som läser kemi på gymnasiet (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad). Det är viktigt att synliggöra för eleverna vilka intressen och vilka representationsformer de bör uppmärksamma och använda i sina samtal under en kemilektion. Om eleverna endast fokuserar på att beskriva makroskopiskt vad de ser, till exempel när stålull glöder med fokus på färg, storlek och vikt, kommer det att begränsa deras möjlighet att lära sig tala kemi i enlighet med undervisningens syften.

Elever som ska lära sig tala om redoxreaktioner på gymnasiet samt lära sig använda nya begrepp som hör samman med den typen av reaktioner behöver uppmärksamma olika intressen med olika representationsformer. För att möta dessa krav på lärande ser vi att det är viktigt att visa hur ämnesdidaktiska modeller kan hjälpa lärare att planera och utföra undervisning med fokus på det kemiinnehåll man vill att eleverna inkluderar i sina samtal när de studerar en redoxreaktion för att vidare synliggöra en lärandeprogression.

Syfte och frågeställning

Syftet med vår studie är att visa hur de två ämnesdidaktiska modeller, *kunskapsintressen* och *representationsformer* kan användas av lärare för att planera och utföra ett grupparbete i kemi för att stödja andraspråks elever att lära sig kemi. Vi vill synliggöra hur eleverna kan uppmärksamma och behandla ett innehåll som blir relevant när de studerar en redoxreaktion. Frågeställningar som besvaras i artikeln är:

1. Hur kan de didaktiska modellerna kunskapsintressen och representationsformer användas av lärare för att planera ett grupparbete om redoxreaktioner i kemi med andraspråks elever?
2. Hur kan det se ut när en lärare använder planeringen i undervisningen för att stödja andraspråks elever att lära sig om redoxreaktioner?

Planering och inspelning av undervisning

De vanligaste kemiska modellerna som används i kemiböcker på gymnasiet när man behandlar redoxreaktioner i oorganisk kemi är elektronmodellen och oxidationstalsmodellen (t.ex. Österlund, Berg & Ekborg, 2010). I böckerna definieras oxidation och reduktion som reaktioner, skrivna bland annat med kemiska formler, där elektroner avges eller upptas helt eller delvis (t.ex. Österlund, Berg & Ekborg, 2010). Inom redoxkemi är det därför viktigt att eleverna lär sig att använda dessa kemiska modeller för att lära sig använda begrepp som

oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel när de beskriver och förklarar en redoxreaktion vid ett praktiskt försök. Detta förutsätter att eleverna kan använda sig av kemins tre representationsformer simultant.

Den här studien är utförd i två cykler och är en del av en större studie där vi har använt fyra didaktiska modeller, organiserande syften, samtalsformer, kunskapsintressen samt representationsformer, i syfte att analysera och utforma en undervisning med nyanlända elever som läser kursen kemi 1 på gymnasiet.

I en tidigare artikel (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad) redovisade vi resultaten av cykel ett och visade genom en analys av den första lektionen i en undervisningsserie om redoxreaktioner att eleverna inte uppmärksammade vilka intressen och vilka representationsformer de behöver inkludera i sina samtal för att kunna beskriva och förklara vad som sker vid en redoxreaktion. Analysen visade att eleverna kunde delta i helklassamtal med korta yttranden och att de kunde samtala i smågrupper med längre uttalanden om en kemisk företeelse, dock inte med relevant ämnesspråk.

Under gruppsamtalen blev det synligt att eleverna förstod lärarens instruktioner, men det avgörande problemet var att de instruktioner läraren gav eleverna inte hade tillräckligt tydliga syften. Det bidrog till att eleverna inte fick behandla för lektionen relevant innehåll och elevernas erfarenheter fick vidare ingen kontinuitet med lektionens avsedda syfte (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad). Detta resulterade i en planering av en revision av lektionen för en ny klass med utgångspunkt i de fyra didaktiska modellerna. I den här studien redovisar vi hur vi använde de ämnesdidaktiska modellerna, kunskapsintressen och representationsformer, för att klargöra de syften den planerade lektionen fick i cykel två.

För att visa hur den planerade undervisningen fungerar i praktiken filmade vi en lektion där förste författaren är den undervisande läraren i klassen. Undervisningen enligt planeringen genomfördes i en klass med nyanlända elever som undervisades om redoxreaktioner på språkintruktionsprogrammet på en gymnasieskola i en förort till en storstad. Språkintruktionsprogrammet erbjuder elever som har gått mindre än fyra år i svensk skola och inte har grundskolebetyg i svenska eller svenska som andra språk (Skolverket, 2016).

Klassen hade 16 elever i åldern 16–20 år. Eleverna hade varit i Sverige olika länge, från ett par månader upp till två år. Alla elever hade grundskolebetyg i matematik, biologi, fysik och kemi samt i ytterligare sex ämnen från sina hemländer eller från tidigare studier i introduktionsklass. Dessa betyg motsvarade vad som krävdes för att läsa ett nationellt gymnasieprogram, men eftersom eleverna saknade betyg i svenska var de hänvisade till introduktionsprogram. Eleverna i studien hade själva valt att läsa gymnasiekurserna kemi 1, biologi 1, matematik 1C och svenska som andraspråk. Det finns därför anledning att tro att eleverna var intresserade av naturvetenskap.

I den inspelade lektionen användes fyra kameror för att täcka in alla elever och läraren. Diktafoner för ljudinspelning placerades dessutom på varje bänk i klassrummet. Inspekingarna gjordes under vårterminen när eleverna hade läst en stor del av kemikursen. Undervisningen hade tidigare behandlat materialets uppbyggnad, klassificering och kemisk bindning.

Det talades cirka 9 olika modersmål i klassen. Samtliga elever hade modersmålsundervisning och tillgång till studiehandledning på sitt modersmål i kemi, biologi och matematik. Skolan hade dock svårt att rekrytera lärare med relevanta ämneskunskaper och samtliga elever valde

därför bort studiehandledning på sitt modersmål, då de inte ansåg att det hjälpte dem med skolämnena. Eleverna erbjöds resurstid i kemi under skoltid där samtliga elever deltog.

Inför analysen transkriberades alla samtal från den inspelade lektionen men vi redovisar endast transskript som har relevans för studien. Urval av inspelat material är gjorda av båda författarna tillsammans. Under lektionen använde många elever sitt modersmål och i de transskript vi redovisar talar två elever arabiska med varandra. Vi har översatt dessa samtal till svenska och angett detta med kursiv stil.

Analysmetoder

För planering och utvärdering av lektionen gjorde vi en *analys av praktiska epistemologier*, PEA. Även PEA kan betraktas som en mer övergripande didaktisk modell som kan användas av forskare eller lärare för att synliggöra hur den situation som utvecklas i klassrummet hjälper eleverna att lära sig det som undervisningen avser (Wickman & Östman, 2002). *Epistemologi* är läran om vad kunskap är och hur vi skaffar oss kunskap (Grayling, 1996). Vi använder PEA för det hjälper oss att se vad och hur eleverna lär sig i termer av kunskapsintressen och representationsformer och om det är i enlighet med undervisningens syfte.

I PEA används fem begrepp som hjälper oss att analysera undervisningen: *syfte, stå fast, relation, mellanrum och möte*. Här använder vi endast tre begrepp, *syfte, mellanrum och relation*. PEA utgår från de *syften* som undervisningen har och används för att analysera i vilken grad samtalen leder mot dessa syften.

Ett *mellanrum* uppstår när eleverna möter en fråga som behöver besvaras eller ett problem som behöver lösas för att man ska komma vidare i lärandet. En relation kan då skapas för att överbrygga mellanrum. För att illustrera hur begreppen används i analysen tar vi följande exempel:

Lärare: Vad händer här?

Elev: Kopparsulfat reagerar med järn.

Lärare: Reagerar både kopparjonen och sulfatjonen?

Här uppmärksammar läraren eleverna på mellanrummet ”Vad händer här?” Eleverna kan då skapa relationer för att fylla mellanrummet. Här skapar Elev 1 relationen ”Kopparsulfat reagerar med järn” för att fylla mellanrummet. Läraren svarar eleven med att uppmärksamma den på ett nytt mellanrum: ”Reagerar både kopparjonen och sulfatjonen?”

Det finns dock sammanhang där mellanrum inte fylls alls och andra sammanhang där mellanrum fylls, men inte med relevanta relationer. Läraren har då en viktig roll i att synliggöra att de relationerna eleverna skapar hjälper de mot önskvärda syften.

Planeringen vi skapar syftar till att synliggöra vilka mellanrum som eleverna behöver uppmärksamma för att kunna skapa relevanta relationer som hjälper dem att lära sig om redoxreaktioner med hjälp av elektronmodellen. Vi använder kunskapsintressen och representationsformer för att visa vad som kännetecknar mellanrummen som eleverna behöver uppmärksamma och fylla för att skapa en kontinuitet till lektionens övergripande mål, att lära sig använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel med hjälp av elektronmodellen. Vi visar också hur mellanrummen behöver

göras kontinuerliga och följa en viss logik för att kunna fyllas med relevanta relationer av eleverna där det även kan bli synligt att eleverna lär sig använda de olika representationsformerna simultant.

För att besvara den andra frågeställningen, hur läraren använder planeringen i undervisningen för att stödja elevernas lärande, analyserar vi den designade lektionen med PEA. Fokus är att synliggöra vilka mellanrum eleverna uppmärksammar, hur eleverna uppmärksammar mellanrummen samt vilka relationer de fyller mellanrummen med, i termer av kunskapsintressen och representationsnivåer.

Resultat

Resultatet redovisar vi under två rubriker. Under den första rubriken visar vi hur de ämnesdidaktiska modellerna, kunskapsintressen och representationsformer kan användas för att skapa en lektionsplanering för att introducera redoxreaktioner utifrån elektronmodellen. Under den andra rubriken analyserar vi hur läraren använder planeringen i undervisningen för att stödja eleverna att lära sig om redoxreaktioner.

Hur kan de didaktiska modellerna kunskapsintressen och representationsformer användas för att planera ett grupparbete om redoxreaktioner?

Planeringen har som övergripande mål att eleverna ska lära sig tala om en redoxreaktion med hjälp av elektronmodellen för att vidare lära sig använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel när de talar om en redoxreaktion.

Lektionen planerades i 4 delmoment. Av utrymmesskäl redovisar vi här i detalj planeringen av moment två. Moment två är intressant för att det gav eleverna stort talutrymme och gjorde det möjligt för läraren att formativt interagera med eleverna. Under moment två fick eleverna studera olika redoxreaktioner i syfte att erbjuda en aktivitet där eleverna fick använda sina erfarenheter och kunskaper i kemi. Det är viktigt att det eleverna säger kan bli kontinuerligt med det övergripande syftet om redoxreaktionen som läraren har. För att synliggöra en lärande progression är det nödvändigt att eleverna behandlar relevanta mellanrum och skapar relevanta relationer som kan bli kontinuerliga med det nya de ska lära sig.

Tabell 1. Det övergripande innehållet för den studerade lektionen.

| Lektions-Delmoment | Innehåll |
|--------------------|--|
| 1 | Helklassamtal om olika reaktionstyper som finns |
| 2 | Grupparbete: Eleverna får göra olika försök i grupp om 3-4 elever. Alla försök utgör en redoxreaktion. Grupp 1: Magnesium som brinner Grupp 2: Stålull som glöder Grupp 3: Järn i kopparsulfatlösning Grupp 4: koppar i silvernitratlösning |
| 3 | Grupperna får berätta för varandra vad de kom fram till i de olika försöken |
| 4 | Genomgång av alla gruppövningar i helklass som stöd för att introducera begreppen, oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel |

Moment ett var en introduktion där syftet var att läraren tillsammans med eleverna skulle repetera bekanta reaktionstyper. Undervisningen hade tidigare bland annat behandlat syra-bas reaktioner och reaktioner mellan metaller och icke-metaller. Eleverna skulle under introduktionen ges tillfälle att i helklass ge exempel på reaktioner de hade erfarenhet av och vad som kännetecknade dessa reaktioner.

Under moment 2 delades eleverna in i 4 grupper om 3-4 elever för att utföra olika försök där varje försök var en redoxreaktion:

- Grupp 1: Magnesium som brinner
- Grupp 2: Stålull som glöder
- Grupp 3: Järn i kopparsulfatlösning
- Grupp 4: Koppar i silvernitratlösning

Nedan följer en noggrann genomgång av hur vi använt de didaktiska modellerna, kunskapsintressen och representationsformer för att skapa planeringen av moment två. Vi visar vad som kännetecknar de mellanrum eleverna behöver uppmärksamma och fylla för att kunna tala om redoxreaktioner med hjälp av elektronmodellen så en lärandeprogression blir synlig.

Eleverna behöver under gruppaktiviteten uppmärksamma och behandla tre grundläggande mellanrum:

- Vad har ni för ämnen?
- Vad händer när man för samman dem?
- Varför händer detta?

En analys av mellanrummen visar att de inbegriper tre olika kunskapsintressen. Det första mellanrummet har ett taxonomiskt intresse, det andra har ett sambandsintresse och det tredje har ett förklaringsintresse. Dessa är tre grundläggande kunskapsintressen som vi känner igen från Schawbs (1978) indelning av vilka intressen en naturvetenskaplig praktik kan ha. Det är intressen som eleverna behövde uppmärksamma och skapa relationer till under gruppaktiviteten för att lära sig tala om redoxreaktioner utifrån elektronmodellen. För att innehållet i mellanrummen ska fyllas med relationer som kan göras kontinuerliga med lektionens övergripande mål är det viktigt att eleverna också inkluderar relevanta representationsformer.

I genomgången nedan visar vi vilka representationsformer eleverna bör inkludera när de behandlar de mellanrum vi har identifierat. För att visa hur vi fått fram planeringen utgår vi från en redoxreaktion som återfinns i flera läroböcker i kemi, reaktionen mellan stålull och kopparsulfatlösning. Vi visar också i vilken ordning mellanrummen behöver uppmärksammas för att kunna fyllas.

1. Taxonomiskt intresse: Eleverna måste börja med att uppmärksamma det taxonomiska intresset och utreda vilka ämnen som finns med i reaktionen. Det är ett mellanrum som har ett taxonomiskt intresse och som behöver fyllas för att eleverna ska kunna utreda reaktionen i termer av elektronförflyttningar mellan olika ämnen. Eleverna kan utreda det på en makroskopisk nivå, att det finns stålull och en saltlösning. Men det räcker inte, utan det är viktigt att eleverna kan urskilja vilka ämnen som finns på submikroskopisk nivå. Eleverna behöver utreda vilka atomslag/molekyler/jonföreningar som finns med under reaktionen. Det är avgörande att eleverna uppmärksammar att det finns järnatomer i stålullen samt att det finns kopparjoner, sulfatjoner och vattenmolekyler i lösningen för att komma vidare och utreda vilka ämnen som reagerar och vad som bildas. Att urskilja om ämnena är i atomform eller i jonform är nödvändigt vid många redoxreaktioner. Läraren måste därför göra det explicit för eleverna att de ska utreda det taxonomiska intresset med fler representationsformer. Genom att till exempel be eleverna skriva de kemiska beteckningarna på de ämnen som finns, kan läraren få syn på om eleverna inkluderar de ämnen som ska behandlas i redoxreaktionen och även se om eleverna kan skilja på atomer och joner. Det är

därmed viktigt att de makroskopiska, submikroskopiska och symboliska formerna uppmärksammas, används och länkas samman i det taxonomiska intresset av eleverna. Därefter kan de komma vidare i sina resonemang och utreda mellanrum 2 och 3.

2. Sambandsintresse: Det andra mellanrummet, som har ett sambandsintresse delar vi in i tre delmellanrum för att kunna visa vad ordet ”hända” har för betydelse när man talar om redoreaktioner. Dessa mellanrum kan fyllas först när eleverna har utrett det taxonomiska intresset enligt ovan. Delmellanrummen är:

- a) Vad reagerar?
- b) Vad bildas?
- c) Hur går det till när ämnena reagerar?

a) För att utreda det första delmellanrummet behöver eleverna uppmärksamma vilka ämnen av de befintliga ämnen som reagerar. Det förutsätter att det taxonomiska intresset på submikroskopisk nivå har behandlats och kan nu användas för att klargöra vad som reagerar. Att utreda att det är just kopparjonerna och järnatomerna som reagerar med varandra är nödvändigt för att eleverna ska komma vidare i sitt lärande. Här kan läraren uppmärksamma eleverna på att den blå färgen i lösningen beror på tillgången av kopparjoner och på så sätt relatera färgförändringen vid reaktionen till åtgången av kopparjoner. Det makroskopiska och det submikroskopiska kan härmed kopplas samman.

b) Delmellanrum två om vad som bildas behöver eleverna uppmärksamma och fylla med relationer. Eleverna kan i försöket med stålull i kopparsulfatlösning se en snabb färgförändring runt stålullen när de lägger den i kopparsulfatlösningen och därmed uppmärksamma makroskopiskt att det bildas ett nytt ämne. Vad händer – färgen runt stålullen ändras till orange samt att lösningens färg ändras från blå till att bli klarare. Eleverna bör göras uppmärksamma på att det orangefärgade ämnet som lägger sig runt stålullen består av kopparatomer, att lösningens färg ändras på grund av den minskade mängden kopparjoner samt att det bildas järnjoner som också bidrar till färgförändringen i lösningen. De makroskopiska formerna kan på det sättet länkas samman med de submikroskopiska. Läraren kan be eleverna skriva en reaktionsformel på den makroskopiska händelsen och därmed synliggöra om eleverna kan utreda vad som reagerar och bildas även submikroskopiskt. Det makroskopiska händelserna kan då länkas samman med de submikroskopiska och symboliska formerna när eleverna skriver en reaktionsformel.

För att närma sig redoxreaktioner är det viktigt att eleverna utreder vilka ämnen som reagerar och bildas makroskopiskt, submikroskopiskt och symbolisk (att kopparjoner och järnatomer reagerar och det bildas kopparatomer som ger den färgändringen runt stålullen och järnjoner som ger lösningen en annan färg).

c) Hur det går till när dessa ämnen reagerar kan först nu utredas i termer av att elektroner utbyts. Eleverna behöver uppmärksamma att de ska utreda det antal elektroner som utbyts mellan reaktanterna i en redoxreaktion. Vad ”händer” kan då behandlas i termer av att kopparjonerna får elektroner från järnatomerna och blir kopparatomer samt att järnatomerna som lämnar elektroner till kopparjonerna blir järnjoner. Det är viktigt att eleverna får skriva de kemiska beteckningarna på ämnena för att få syn på hur laddningarna hos olika ämnen beror på det antal elektroner som avges och upptas. En länk mellan det submikroskopiska och symboliska kan härmed skapas.

I linje med andra studier visade vår första studie att eleverna inte talar om kemiska reaktioner i termer av elektron- eller protonförflyttningar på eget initiativ (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad). Därför ser vi att läraren har en viktig roll att erbjuda mellanrum som eleverna kan fylla med relevanta relationer. Eleverna ska lära sig använda begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel för att kunna tala om en redoxreaktion utifrån elektronmodellen och för att kunna göra det är det nödvändigt att de i sina samtal utreder de elektronförflyttningar som sker mellan reaktanterna.

3. Förklaringsintresse: Frågor som kräver en förklaring behöver explicit vägledning av läraren. Exempel på frågor som har ett förklaringsintresse är; Varför sker reaktionen? Varför reagerar järnatomer och kopparjoner? Sådana frågor kan utredas av eleverna först när mellanrum ett och två har behandlats. Eleverna kan då skapa relationer till att olika ämnen har olika tendens att uppta elektroner och att detta kan användas för att tala om ett ämne kan reagera eller inte. Här blir det viktigt att läraren utreder vilka mellanrum som ska erbjudas eleverna om man vill att eleverna behandlar ett förklaringsintresse. Vi vill poängtera att det inte alltid behöver finnas ett förklaringsintresse precis när man introducerar en lektion om redoxreaktioner. Är syftet med lektionen att introducera de centrala begreppen, oxidation, reduktion, reduktionsmedel och oxidationsmedel så kan det räcka med att man behandlar mellanrum ett och två enligt ovan. Mellanrum som har ett förklaringsintresse måste dock utredas av läraren i planeringen för att göras explicita för eleverna. Exempel på sådana mellanrum kan vara: Varför sker en reaktion mellan järnatomer och kopparjoner och inte mellan kopparatomer och järnjoner? Hur kan man ta reda på vad den kemiska formeln är för produkterna? De frågor som har ett förklaringsintresse förutsätter att representationsformerna används simultant, symbolnivåerna och den submikroskopiska nivån behöver uppmärksammas och göras kontinuerlig med den makroskopiska nivån som är synlig för eleverna (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003).

Lärare har en viktig uppgift att stödja elevernas lärande att behandla olika kunskapsintressen där de använder de makroskopiska- submikroskopiska- och symboliska formerna när de ska lära sig tala om redoxreaktioner med hjälp av elektronmodellen. Planeringen vi har skapat syftar till att göra det synligt i undervisningen vad eleverna behöver uppmärksamma och skapa relationer till under grupparbetet. I de fall eleverna inte själva uppmärksammar relevanta mellanrum är det viktigt att läraren erbjuder mellanrum som stödjer elevernas lärande. Mellanrummen som erbjuds ska ge eleverna behov av att till exempel utreda vilka ämnen de har, vad som kännetecknar dessa ämnen, vilka ämnen som reagerar, vad som bildas i reaktionen, hur man kan se att det har bildats ett nytt ämne i reaktionen, varför reaktionen sker och slutligen vad som sker mellan ämnena submikroskopiskt.

Läraren kan i de fall eleverna inte själva skapar relevanta relationer ställa ytterligare frågor under arbetes gång som tydliggör de intressen och representationsformer man vill att eleverna ska utreda och använda för att rikta samtalen mot lektionens syfte.

Under moment tre i planeringen ska eleverna berätta för varandra om det försök de har utfört. Detta för att skapa tillfällen där eleverna får möjlighet att tala om den reaktion de studerat med någon annan än läraren. Syftet är att erbjuda utrymme för längre uttalanden där det blir synligt vad eleverna inkluderar i sina samtal om den redoxreaktion de studerat.

Under lektionens sista moment kan läraren använda elevernas samtal från moment två och tre för att introducera begreppen oxidation, reduktion, oxidationsmedel och reduktionsmedel. Det är viktigt att elevernas erfarenheter görs kontinuerliga med lektionens övergripande

syften. Under den här delen är det viktigt att det görs synligt i undervisningen hur de nya begreppen hjälper eleverna beskriva vad en redoxreaktion är.

Hur kan det se ut när en lärare använder planeringen i undervisningen för att stödja andraspråkelever att lära sig om redoxreaktioner?

I den här delen visar vi hur planeringen vi tagit fram användes av läraren för att stödja elevernas lärande. Lektionen undervisades av första författaren som är den ordinarie läraren i klassen. Vi har valt att visa analysen av moment 2 (se tabell 1) där eleverna får utföra sina försök i grupper om 3-4 elever.

Innan delmoment 2 berättade läraren för hela klassen hur eleverna skulle utföra sina försök och gav följande muntliga instruktion till alla grupper: ”beskriv de ämnen ni har”, ”hur ser de ut”, ”är de i fast form”, ”är de inte i fast form”, ”utför försöket”, ”gör försöket”, ”vad ser ni exakt”, ”vad är som händer”, ”beskriv vad ni ser händerna”, ”vad är det nya som bildas” och ”ni ska använda den informationen för att räkna ut varför det som bildats har bildats”. På detta sätt uppmärksammade läraren eleverna på mellanrummen angående representationsformer och kunskapsintressen.

Vi har valt att analysera samtalet med gruppen som gör försöket att tända på ett magnesiumband under moment två. Det är en grupp om tre elever som tillsammans gör försöket. Två av eleverna hade arabiska som sitt modersmål. Läraren talar arabiska och i transkripten har vi därför kunnat översätta samtal på arabiska till svenska och angett detta med kursiv stil. Vi har valt ut transskript som har relevans för analysen och resultatet.

Eleverna började med att beskriva magnesiumbandet de hade framför sig. De höll i magnesiumbandet och undersökte hur det såg ut.

1. Elev 1: *Först måste vi beskriva vad vi har*
2. Elev 2: *Magnesiumbit ... vi ska beskriva den här ... vi har skrivit att vi har magnesiumbit*
3. Elev 1: *Hur ser den ut ... hur ser den ut ... i fastform ... mjuk, vilken färg har den?*
4. Elev 2: *Silver*
5. Elev 1: *Jag är rädd att hon tror vi menar silver och inte silvrig*
6. Elev 2: *Grå ... man ser att magnesium har den färgen... mjuk ... vad heter det?*
7. Elev 1: *Mjuk ... det heter mjuk*
8. Elev 2: *Glansig. Vad heter det på svenska?*
9. Elev 1: *Glanser ... jag vet inte ...*
10. Elev 2: *Glansig?*
11. Elev 2: *Glitter?*
12. Elev 1: *Glanser!*

I det första transkriptet kan vi se att eleverna började med att själva uppmärksamma det första grundläggande mellanrummet som behandlar det taxonomiska intresset. Eleverna skapade relation till metallen magnesium och beskrev magnesium makroskopiskt (2-12). Eleverna tände därefter på magnesiumbandet.

13. Elev 2: *Oh vad fint ... wow*
14. Elev 1: *Wow Jättefint*
15. Elev 1: *Jag har ont i ögonen ... det var en stark låga men vad fint det blev*

16. Elev 2: *Det blev som damm*
17. Läraren: Vad händer här? Vad har den reagerat med?
18. Elev 1: Med syre
19. Lärare: Vad bildades det då ... vad är det vita ... vad tror ni det heter?
20. Elev 2: Ashes (engelska)
21. Elev 1: *Aska*

Eleverna uppmärksammade mellanrum två och började tala om vad som händer i makroskopiska termer samt att det blev "fint". Eleverna utredde "vad som händer" genom att namnge det som bildades makroskopiskt, att "*det var en stark låga*" samt att det bildades "*damm*" och "*aska*" (15-16, 20-21).

En analys av innehållet i samtalen visar att eleverna inte skapade relation till vilka ämnen som reagerar. Genom att inte uppmärksamma taxonomiskt de ämnen som finns i reaktionen i mellanrum ett kan vi se att eleverna inte själva kunde gå vidare och utreda vad som reagerar och vad som bildas. Eleverna behövde skapa ytterligare relationer till mellanrum ett och utreda taxonomiskt de ämnen som finns med i reaktionen. Läraren uppmärksammade eleverna på ett nytt mellanrum som hjälpte eleverna att ta sig vidare (17). Eleven skapade då en relation till det ämnet som magnesium reagerade med, submikroskopiskt, genom att namnge grundämnet, syre (18).

Analysen visar vidare att trots att eleverna har utrett vilka ämnen som reagerar submikroskopiskt, namngett metallen och gasen, så står det i alla fall inte fast för eleverna att det som bildas ska göras kontinuerligt med de ämnen som reagerar och behandlas på en submikroskopisk nivå. Eleverna fortsätter att tala om vad som bildas i makroskopiska termer (20-21).

Läraren ställer därefter en fråga för att uppmärksamma elever på ett nytt mellanrum som hjälper eleverna att se att det är en submikroskopisk nivå som efterfrågas på det ämne som bildas:

22. Lärare: Du tänker på *aska*, men vad är askan? Vad är det för ämne? Vad bildades?
23. Elev 1: Koldioxid?
24. Lärare: Men vad innehåller koldioxid?
25. Elev 1: Kol
26. Lärare: Men vi hade inte kol, vad hade ni?
27. Elev 2: Magnesium
28. Lärare: Och vad reagerade magnesium med sa ni?
29. Elev 1: Syre
30. Lärare: Syre! Så vad kan det bildas? Fundera på det! Vad är det som har bildats?
31. Elev 1: Magnesiumoxid *sant?*
32. Elev 2: *Vi hade magnesium och syre*
33. Elev 1: Magnesium och syre ... *det blir magnesiumoxid bara!*
34. Elev 2: *Ja, det blev magnesiumoxid*

Läraren uppmärksammade eleverna på ett nytt mellanrum genom att fråga "Vad är det för ämne? Vad bildades?" (22). Eleverna skapade då en relation till tidigare erfarenhet om förbrännings reaktioner och skapade relation till att det bildades koldioxid (23). Läraren uppmärksammade därefter eleverna på nya mellanrum för att synliggöra för eleverna på sambandet mellan det som reagerar och det som bildas (24-29). Eleverna skapade först därefter relationer till mellanrum 2b submikroskopiskt genom att benämna "askan" magnesiumoxid. Analysen visar att det är med lärarens stöd som eleverna uppmärksammade

mellanrum 2a och 2b och kunde skapa relevanta relationer till vad som reagerar och vad som bildas submikroskopiskt (32-34).

Efter det här samtalet lämnade läraren eleverna en stund. Eleverna slutade då prata helt om reaktionen men fortsatte att tända på nya magnesiumband och filmade försöket samt la ut det på social medier.

Läraren kom tillbaka efter en stund och samtalen om reaktionen fortsatte först efter att läraren ställde en ny fråga som hjälpte eleverna att komma vidare i sina samtal. Läraren tittade även i elevernas anteckningar.

- 35. Lärare: Varför reagerar magnesium med syre? Vad gjorde de när de två reagerar?
- 36. Elev 1: Magnesium ger två elektroner till syre
- 37. Lärare: Absolut ... vad bildades det då för ämnen ...
- 38. Elev 1: Magnesiumoxid
- 39. Lärare: Vad står det här Mg plus (läser i elevens anteckningar)
- 40. Elev 2: Magnesium plus syre
- 41. Lärare: blir Mg plus syre där ... okej. Kan ni skriva en reaktionsformel på det så får vi se hur det ser ut?

Läraren gick iväg och eleverna började efter en stund diskutera vad de ska berätta om sitt försök under moment 3. Eleverna skrev under samtalen ner reaktionsformel i sina anteckningar.

- 42. Elev 1: Magnesium gav elektroner till syre
- 43. Elev 2: Som vill ha ädelgasstruktur och *sen slut*
- 44. Elev 1: *Vi gör* balanserar
- 45. Elev 1: *Bara så här* (pekar i anteckningsboken)
- 46. Elev 2: Med O₂
- 47. Elev 1: *Men jag tror* magnesium ska vara två?

Läraren ställde en ny fråga som riktade elevernas uppmärksamhet mot ett nytt mellanrum, därefter gick eleverna vidare och fyllde mellanrum 2c. Eleverna skapade först nu relation till reaktionen i termer av att elektroner avges och upptas, en submikroskopisk nivå som är nödvändig för att skapa relevans till lektionens syfte (35-37). Som vi kan se så stod det fast för eleverna hur atomerna är uppbyggda, vad antalet valenselektroner är hos varje atomslag samt vad grundämnena behöver göra för att uppnå ädelgasstruktur. Trots det så inkluderade inte eleverna den erfarenheten i sina samtal när de talade om reaktionen utan lärarens hjälp. Vi kan se att eleverna har uppmärksammat mellanrum 1 och 2a symboliskt, med kemiska beteckningar i sina skrivböcker, och försöker att balansera formeln, något läraren ser och bekräftar (39-47).

Läraren bad därefter eleverna att tala om hur reaktionsformeln ska skrivas. Läraren skrev upp det eleven sa på tavlan.

- 48. Lärare: Vad hände? Kan vi skriva en reaktionsformel (skriver på tavlan)?
- 49. Elev 2: Mg plus O₂ det blir MgO₂
- 50. Lärare: Ska det bli O₂ (O₂)?
- 51. Elev 1: Ja O₂ för det är två syreatomer där

När läraren bad eleverna att skriva en reaktionsformel uppmärksammade eleverna att de behöver utreda den kemiska formeln för produkten.

Här blir det synligt att eleverna fram till nu har behandlat ”vad som bildas” makroskopiskt (askan), submikroskopiskt (magnesiumoxid) och symboliskt (MgO_2). För att balansera formeln skapade eleverna relationer till tidigare erfarenheter av att balansera genom att räkna antal atomer före och efter reaktionen (48-51). Eleverna uppmärksammade inte sambandet mellan elektronutbytet mellan reaktanterna och den produkt som bildades utan balanserade formeln genom att räkna antal atomer hos reaktanter och produkter. Man kan därmed se att eleverna fyllde mellanrummet men inte med korrekta relationer, vilket hindrade dem från att studera redoxreaktionen i enlighet med lektionens syften.

Läraren ställde en ny fråga som riktade elevernas uppmärksamhet mot ett nytt mellanrum.

52. Lärare: Men tänk på vad som kommer att hända ... Vad kommer att hända när de två träffas? Varför reagerar de? (läraren hade skrivit upp reaktionsformeln på tavlan)
53. Elev 2: De vill ha ädelgasstruktur
54. Lärare: Så vad händer?
55. Elev 2: Magnesium ger två elektroner till syre
56. Lärare: Magnesium ger två elektroner till syre (markerar elektronövergång från en magnesiumatom till en syreatom) så? ... Så vad blir det för ämne? Vi skriver magnesium ... har två elektroner... här har vi syrgas ... vi har två syreatomer här ... den har 6 valenselektroner ... hur många vill syre ha? Den vill ha åtta och den vill ha åtta (ritar två syreatomer med sex valenselektroner runt) ... en magnesium ger två till den här (ritar och markerar elektronövergångarna mellan en magnesiumatom och en syreatom) ... Så hur många magnesium behöver vi?
57. Elever: Två
58. Lärare: Vad får vi då?
59. Elev 1: 2 MgO

För att kunna utreda vad produkten har för kemisk formel är det väsentligt att eleverna uppmärksammar och utreder hur elektronutbytet mellan reaktanterna och den kemiska beteckningen för produkten är relaterade. Läraren uppmärksammade eleverna på ett mellanrum som fick ett förklaringsintresse, ”Varför reagerar de?” (52). Eleverna skapade en relation till mellanrummet på en submikroskopisk nivå som inryms i begreppet ädelgasstruktur och till det exakta antal elektroner som avges och upptas av magnesium och syre. Samtidigt skrev läraren upp första delen av reaktionsformeln med kemiska beteckningar på tavlan (52-55). För att kunna utreda vilket ämne som bildas med kemiska beteckningar blir det nu tydligt att de submikroskopiska och symboliska formerna behöver länkas samman. Detta behöver göras explicit i undervisningen.

Förklaringen som gavs av läraren inbegrep submikroskopiska- och symboliska former. Läraren var den som gav förklaringen även om det var eleven som sa den kemiska formeln, vilket lämnar oss ovetande om eleverna själva kunde ge en förklaring till varför produkten fick den kemiska beteckningen som angavs.

Sammanfattningsvis visar analysen och resultaten att en planering som synliggör mellanrum i termer av kunskapsintressen och representationsformer kan stödja elevernas lärande i kemi. Läraren använde planeringen för att uppmärksamma eleverna på mellanrum som de själva inte uppmärksammade och vidare rikta deras samtal mot att behandla reaktionen med hjälp av elektronmodellen.

Eleverna hade själva svårt att uppmärksamma relevanta mellanrum då de själva inte visste vad målet med undervisningen var. När läraren uppmärksammade eleverna på vilka mellanrum de skulle behandla, fyllde eleverna lättare mellanrummen med relevanta relationer och det blev synligt om de inkluderade relevanta erfarenheter i sina samtal.

Våra resultat visar också att eleverna i studien hade kunskaper om ämnens kemiska beteckningar, uppbyggnad och reaktionsförmåga, men att de behöver stöd för att använda dessa kunskaper när de studerar en redoxreaktion.

Planeringen vi tagit fram kräver att läraren är ständigt aktiv i alla grupper. Under introduktionen innan moment två ställde läraren många frågor som hon bad eleverna att utreda. Dessa frågor skrev inte eleverna upp. Eleverna i alla grupper var beroende av att läraren var delaktig under hela gruppaktiviteten för att uppmärksamma dem på relevanta mellanrum.

Vidare kunde vi inte se att eleverna själva kunde utreda ett förklaringsintresse, utan detta behövde de lära sig med explicit stöd från läraren.

Diskussion

Resultaten som vi rapporterar i den här artikeln är en del av en större studie där vi har använt olika didaktiska modeller för stödjande nyanlända gymnasieelever att lära sig kemi. I en tidigare artikel (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad) analyserade vi hur de två didaktiska modellerna organiserande syften (Johansson & Wickman, 2011) och samtalsformer (Lemke, 1990) kan användas av lärare för detta syfte. I den artikeln visade vi hur andraspråks elever som studerar en redoxreaktion i kemi inte själva visste vad som är relevant att inkludera när de samtalar om en redoxreaktionen. Den reguljära undervisningen bestod av en triadisk samtalsform där läraren ställde en fråga som eleverna gav ett fåordigt svar på och som läraren sedan utvärderade. I en revidering av denna undervisning visade vi hur de två didaktiska modellerna gav eleverna tydligare syften och mer möjlighet att tala kemi i längre satser. I den här studien visar vi hur man kan komplettera tydliga syften och att ge eleverna ökat talutrymme med två didaktiska modeller som hjälper eleverna att också uppmärksamma väsentligt kemiinnehåll i termer av representationsformer och kunskapsintressen.

Alla fyra modellerna användes tillsammans i den större studien för att revidera den första cykeln och resultaten i denna artikel visar hur samtliga modeller är komplementära och att de stödjer varandra. Hamza och Wickman (2009) visade hur det är nödvändigt för elever i svensktalande klassrum att få möjlighet att känna igen och benämna kemiska fenomen liksom att koppla samman olika ändringar de gör med vad som händer. Att lära sig benämna och förstå vad kemister menar med "händer" i olika försök där de ändrar något behövde stödjas också i de flerspråkiga klassrummen vi här har studerat. På samma sätt stödjer våra resultat tidigare forskning i enspråkiga klassrum (Gilbert & Treagust, 2009; Johnstone, 1982; 1991) om hur grundläggande det är för elever i allmänhet att få hjälp av läraren att urskilja relevanta representationsformer för att kunna koppla samman dem till fullständiga kemiska resonemang. Tillsammans visar våra tidigare resultat (Seifeddine Ehdwall & Wickman, accepterad) och det vi rapporterat i denna artikel att det ämnesmässiga sammanhang (syften, intressen och representationsformer) som elevernas samtal ges av läraren och deras möjligheter att få tala i hela satser (samtalsmönster) är avgörande för att ge andraspråks elever möjligheter att lära sig tala kemi. Studierna betonar att lära sig kemi är inte bara en fråga om översättning mellan svenska och elevernas modersmål, utan en fråga om att hjälpa elever att se meningen med de samtal som utspelar sig i klassrummet.

Studien kompletterar därmed tidigare forskning om hur språkutvecklande undervisning kan stödja andraspråks elevers lärande (Gibbons, 2010; Kouns, 2014; Zhang, 2016). De didaktiska modeller som presenterats här går mycket väl att komplettera med andra insatser som till exempel att låta eleverna använda sitt modersmål i samtal med varandra (Ünsal et al., 2016) eller en utökad användning av gester (Ünsal et al., 2017). Men samtidigt bör det påpekas att

rena språkstödjande insatser inte är tillräckliga utan tydliga syften eller modeller för att organisera elevernas samtal om själva kemiinnehållet.

Modellerna ställer stora krav på lärarens planering. Vi har visat hur en detaljerad planering med modellerna som mall kan hjälpa läraren att tydligare få syn på innehållet. I förlängningen är det nödvändigt att hanteringen av modellerna måste förenklas för att kunna hanteras i lärares dagliga arbete. Samtidigt kan denna studie ses som ett första steg i att visa hur modellerna kan användas mer systematiskt av lärare. I tidigare studier (t.ex. Treagust, Chittelborough & Mamiala, 2003) har inte modellernas användning tydliggjorts på samma sätt. Vi antar att om modellerna används mer systematiskt av en lärare kommer läraren att så småningom mer rutinmässigt kunna göra analyser med hjälp av modellerna. I förlängningen är det nödvändigt att så småningom överlåta användningen till eleverna, så att eleverna lär sig att observera taxonomiska och sambandsfrågor liksom frågor om representationsformer som en självklar del av kemiundervisningen. Att kunna kemi innebär att se behovet av kemins olika representationsformer och intressen när man gör kemiska undersökningar.

Sammantaget visar tidigare studier i enspråkiga klassrum där undervisningen sker på elevernas modersmål, liksom denna studie i klassrum med nyanlända andraspråkselever hur de använda didaktiska modellerna har en vid giltighet. Samtidigt behövs fler studier som visar hur modellerna kan stödja eleverna i fler sammanhang, med andra språkliga utmaningar, i olika åldrar och med olika typer av kemiinnehåll.

Referenser

- Aikenhead, G. S. (2006) *Science Education for Everyday Life: Evidence-Based Practice*. New York: Teacher College Press.
- Broman, K & Ekborg, M & Johnels, D (2011). Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *Nordina*, 7, 43-60. 10.5617/nordina.245.
- Buxton, C. A.; & Lee, O. (2014). English learners in science education. I Lederman, N. G., Abell, S. K. (red.). *Handbook of Research on Science Education, Volume II*, (s. 204-222). New York: Routledge
- Cummins, J. (2017). *Flerspråkiga elever: effektiv undervisning i en utmanande tid*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Dewey, J. (2004). *Individ, skola och samhälle: utbildningsfilosofiska texter*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Duit, R., Gropengiesser, H., Kattmann, U., Kommoreek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction - a framework for improving teaching and learning science. I D. Jorde & J. Dillon (red.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (s. 13-38). Rotterdam: DOI: 10.1007/978-94-6091-900-8_2
- García, O. & Li, W. (2018). *Translanguaging: flerspråkighet som resurs i lärandet*. Stockholm: Natur & kultur.
- Gibbons, P. (2010). *Lyft språket, lyft tänkandet: språk och lärande*. Uppsala: Hallgren & Fallgren.
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. (vol.4). New York: Springer
- Grayling, A.C. (1996). Epistemology. I N. Bunnin & E. P. Tsui-James (red.), *The Blackwell companion to philosophy* (s. 38-63). Oxford, U.K.: Blackwell
- Hamza, K., & Wickman, P. O. (2009). Beyond explanations: What else do students need to understand science? *Science Education*, 93(6). 1026-1049.
- Hägerfelth, G. (2004). *Språkpraktiker i naturkunskap i två mångkulturella gymnasieklassrum. En studie av läroprocesser bland elever med olika förstaspråk*. (Doktorsavhandling). Malmö: Lärarutbildningen, Malmö Högskola.
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A Macro-Micro-Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998.
- Johansson A.-M. & Wickman P.-O. (2011). A pragmatist understanding of learning progressions. I: Hudson, B. & Meyer, M. A. (red.) *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe* (s. 47-59). Leverkusen, Germany: Barbara Budrich Publishers.
- Johnstone A.H., (1982), Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone A. H (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what the seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Kouns, M. (2014). *Beskriv med ord: fysiklärare utvecklar språkinriktad undervisning på gymnasiet*. Doktorsavhandling. Malmö: Lärande och samhälle, Malmö högskola
- Kozma, B. & Russel, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood, N.J.: Ablex.
- Lidar, M. (2010). *Erfarenhet och sociokulturella resurser: analyser av elevers lärande i naturorienterande undervisning*. Doktorsavhandling. Uppsala : Uppsala universitet.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms [Elektronisk resurs]*. Maidenhead: Open University Press.
- Nygård Larsson, P. (2011). *Biologiämnets texter: text, språk och lärande i en språkligt heterogen gymnasieklass*. Doktorsavhandling. Lund: Lunds universitet.
- Schwab, J. (1978). *Science, Curriculum, and Liberal Education*. Selected Essays. Chicago, Chicago University Press.
- Seifeddine Ehdwall, D. & Wickman, P.-O (accepterad). Hur lärare kan stödja andraspråkselever på gymnasiet att tala kemi. *Nordina*.
- Skolverket (2016). Språkintröskning. Rapport 436. Hämtad 20 juni, 2018 från: <https://www.skolverket.se/publikationer?id=3622>
- Skolverket (2017a). Provresultat i grundskolan läsåret 2016/2017. Hämtad 7 December 2017 från: <https://www.skolverket.se/statistik-och-utvardering/statistik-i-tabeller/grundskola/provresultat>
- Skolverket (2017b). Provresultat från gymnasieskolan, 2017. Hämtad 16 Mars 2018 från: <https://www.skolverket.se/statistik-och-utvardering/2.8213/provresultat-i-gymnasieskolan-1.218123>
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry triplet. *International Journal of Science Education*, 33, 179-195
- Treagust, D., Chittleborough, G., Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Wickman, P.-O. (2004). The Practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88(3), 325-344. DOI: 10.1002/sce.10129

- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: a sociocultural mechanism. *Science Education*, 86, 601-623.
- Wickman P.-O. & Person H. (2008). *Naturvetenskap och naturorienterade ämnen i grundskolan - en ämnesdidaktisk vägledning*. Stockholm, Liber.
- Wittgenstein, L. (1953/2012). *Filosofiska undersökningar*. Stockholm, Thales.
- Ünsal, Z, Jakobson, B, Molander, B. O., & Wickman, P.-O. (2016). Science education in an bilingual class: problematising a translational practice. *Cultural Studies of Science Education*. On Line First. DOI: 10.1007/s11422-016-9747-3
- Ünsal, Z., Jakobson, B., Wickman, P.-O. & Molander, B.-O. (2017), Gesticulating science: Emergent bilingual students' use of gestures. *Journal of Research in Science Teaching*. On Line First. DOI:10.1002/tea.21415
- Zhang, Y. (2016). Multimodel teacher input and science learning in a middle school sheltered classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 55 (1), 7-30. DOI: 10.1002/tea.21295
- Östman, L. (2014). Värden och följemeningar I B. Jakobson, I. Lundegård & P.-O. Wickman. (red) *Lärande i handling. En pragmatisk didaktik* (s. 25-36). Lund: Studentlitteratur
- Österlund L., Berg, A. & Ekborg M. (2010). Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 182-192. doi:10.1039/C005467B