

Learning Study och kollegial CoRe stimulerar lärares professionella utveckling inom naturvetenskaplig undervisning

Niclas Åhman¹, Gunilla Gunnarsson² och Inger Edfors³

¹ Institutionen för fysik och elektroteknik, Linnéuniversitetet, Kalmar, Sverige

² Institutionen för didaktik och lärares praktik, Linnéuniversitetet, Kalmar, Sverige

³ Institutionen för kemi och biomedicin, Linnéuniversitetet, Kalmar, Sverige

Syftet med studien är att klargöra hur lärares professionella utveckling stimuleras då de planerar och genomför en Learning Study (LS) kombinerad med verktyget Content Representation (CoRe). Data består av sex erfarna lärares inspelade diskussioner under åtta träffar då de planerar och analyserar en LS bestående av två lektioner i årkurs 6 inom kemi, samt tre CoRe som lärarna skriver. I början av studien talar lärarna mest om undervisning som att fakta ska förmedlas till eleverna. När de sedan planerar första lektionen övergår deras diskussioner till hur de kan stimulera eleverna till diskussion och reflektion. Lärarna planerar både lektion 1 och 2 utifrån ett variationsteoretiskt perspektiv, men lektion 1 genomförs inte i enlighet med vad de planerat. Det är först i lektion 2 som läraren behåller fokus på lärandeobjektet och dess kritiska aspekter. Resultatet av studien visar även att en Learning Study kombinerad med CoRe stimulerar lärares professionella utveckling och ämnesdidaktiska kompetens i form av lärande nätverk enligt Clarkes och Hollingsworths (2002) modell "interconnected model of professional growth."

Nyckelord: Learning study, lärares professionella utveckling, CoRe, undervisning inom naturvetenskap

Abstract

The aim of this study is to explore science teachers' professional development when they perform a Learning Study (LS), using the tool Content Representations (CoRe). The empirical data consists of six experienced teachers' audio recorded discussions during eight meetings when they plan and analyse two lectures in chemistry for year 6 (age 12–13 years), and three written CoRe. In the beginning of the study, the teachers talk about teaching and learning mainly as transformation of facts. However, when they plan the first lecture, they discuss how to stimulate students' discussions and reflections. The teachers planned both lectures according to variation theory. However, only the second lecture is also implemented according to their plan, with a focus on the object of learning. The results show that the combination of CoRe and LS stimulate also experienced teachers' professional development, through growth networks according to the model "interconnected model of professional growth" (Clarke and Hollingsworth, 2002).

Keywords: Learning study, professional development, CoRe, science teaching

Artikel

LUMAT General Issue
Vol 8 No 1 (2020), 200–228

Mottagen 25 januari 2020
Accepterad 16 augusti 2020
Publicerad 20 augusti 2020

Sidor: 29
Referenser: 31

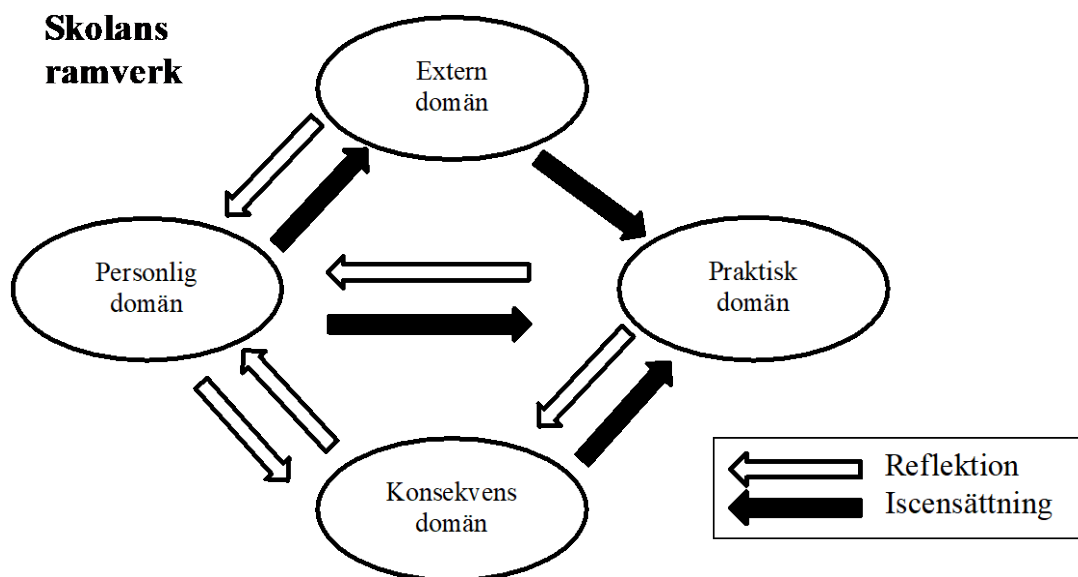
Kontakt:
niclas.ahman@lnu.se

[https://doi.org/10.31129/
LUMAT.8.1.1393](https://doi.org/10.31129/LUMAT.8.1.1393)



1 Inledning

Läraren har en central betydelse för elevers lärande, men för att kunna erbjuda en stimulerande lärmiljö behöver lärarens kunskap och kompetens utvecklas kontinuerligt. Lärares professionella utveckling, är precis som elevers lärande, en komplex process där reflektion är central (Schön, 2003). För att de insatser som görs ska få avsedd effekt behöver lärare ha möjlighet att styra innehåll och genomförande av utvecklingsinsatserna så att dessa utgår från deras dagliga yrkesverksamhet (Clarke & Hollingsworth, 2002; Putnam & Borko, 2000; Riveros, Newton, & Burgess, 2012). En modell för att analysera lärarens professionella utveckling utifrån växelverkan mellan insats och diskussion om undervisning i den dagliga yrkesverksamheten är Clarke och Hollingsworths (2002) modell "the interconnected model of professional growth" (ICMPG). Lärares professionella utveckling är enligt denna modell individuell och icke-linjär, och sker genom reflektion och iscensättning mellan fyra domäner (se [Figur 1](#)). Dessa är: den externa domänen (resurser som föreläsning och diskussion med kollegor), den personliga (lärarens kunskaper och syn på undervisning), den praktiska (lärarens genomförande av undervisning), och konsekvensdomänen (effekter av lärarens agerande). Den professionella utvecklingen påverkas även av skolans ramverk (the change environment) bland annat i form av tid och stöd från skolläda, vilket även betonas i andra studier (Stolk, Bulte, de Jong, & Pilot, 2009a, 2009b).



Figur 1. Interconnected model of professional growth, efter Clarke and Hollingsworth (2002, s. 951).

När det gäller lärares professionella utveckling beskriver Clarke and Hollingsworth (2002) två former, förändringssekvenser (change sequences) och lärande nätverk (growth networks). En förändringssekvens är tillfällig och leder inte till bestående förändring, till exempel när en lärare vid en studiedag introduceras till en ny undervisningsmetod (extern domän), som prövas (praktisk domän), men sedan överges. Vad som enligt Clarke and Hollingsworth (2002) kännetecknar lärande nätverk är en kedja av reflektion och iscensättning som leder till en mer bestående förändring i lärarens praktik. Läraren överger inte den nya undervisningsmetoden utan reflekterar över dess konsekvenser, exempelvis elevers förståelse (konsekvensdomän), förfinar/utvecklar/anpassar metoden (praktisk domän) samtidigt som lärarens kunskap och inställning ändras (personlig domän).

I vår studie analyseras, med hjälp av ICMPEG, vad som sker med lärares professionella kompetens när de genomför en Learning Study (LS) med hjälp av verktyget Content Representations, CoRe. CoRe utvecklades som analysverktyg (Loughran, Berry, & Mulhall, 2012; Loughran, Mulhall, & Berry, 2004) för att beskriva och bedöma lärares ämnesdidaktiska kompetens, av Shulman (1986; 1987) benämnd pedagogical content knowledge, PCK, men kan också användas som stöd för lärares reflektion och utveckling av undervisningen (Hume & Berry, 2011; Loughran et al., 2012; Loughran, Gunstone, Berry, Milroy, & Mulhall, 2000; Nilsson & Loughran, 2012; Skolverket, 2012). Genom att besvara frågorna i CoRe (Bilaga 1) beskriver läraren vad som ska tas upp inom ett specifikt undervisningsområde ("Big Ideas"), samt varför och hur. CoRe ger därmed lärarna stöd vid lektionsplaneringen i en LS att identifiera vilket innehåll som ska tas upp, av Fredlund, Airey, and Linder (2015) benämnt ämnesmässigt relevanta aspekter, samt att diskutera och reflektera över lärandeobjektets kritiska aspekter.

En LS följer en bestämd struktur, där en grupp lärare planerar, genomför och analyserar en eller flera lektioner (Lo, 2012; Pang & Ling, 2012). Den teoretiska utgångspunkten för en LS är variationsteorin (Marton, 2000; Marton & Tsui, 2004), vilken utgår från att variation är en förutsättning för att kunna identifiera kritiska aspekter hos lärandeobjektet. Det innebär att för att veta vad något är måste man veta vad detta inte är, det vill säga att kunna urskilja lärandeobjektet från dess omgivning (Lo, 2014; Marton, 2000). Genom att läraren kontrasterar och ändrar vad som varierar, respektive hålls konstant i lärandeobjektets kritiska aspekter, så stödjer läraren eleven att urskilja aspekter hos lärandeobjektet som möjliggör avsett lärande. För att eleven till exempel ska kunna urskilja att massan inte förändras vid fasövergången från is till

flytande vatten, hålls mängden vatten konstant medan aggregationstillstånden varierar från fast till flytande. I arbetet med LS stimuleras lärarna till att diskutera och reflektera över sin undervisning, om vad eleverna lär sig och hur de kan stödja elevernas lärande. De kan då också dela med sig av sina tidigare erfarenheter från undervisning. Genom att genomföra en LS kan undervisningen inom ett område få stöd att förändras så att det lärandeobjekt eleverna erfar överensstämmer med det som lärarna planerat och iscensatt (Anak Andrew, 2011; Holmqvist, 2011; Runesson, Kullberg, & Maunula, 2011). LS i kombination med kollegialt genomförda CoRe har i två studier visat sig gynnsamt för lärares professionella utveckling, en LS-inspirerad aktionsforskningsstudie (biologi och matematik år 1 till 6, Attorps & Kellner, 2017), och en studie med klassisk LS-design (kemisk bindning år 8–9, Bergqvist, 2017).

Vi har tidigare analyserat vad som karaktäriserar lärares förhållningssätt till undervisning och hur detta förändras då de genomför en LS inom området grundläggande kemi år 6 (Åhman, Gunnarsson, & Edfors, 2015). Vi fann att lärarnas förhållningssätt till undervisning successivt förändrades från ett pragmatiskt, där de exempelvis talar om vad de ska göra på en lektion med fokus på praktiska frågor, till ett mer reflekterande förhållningssätt där fokus är på de didaktiska frågorna vad (ämnesinnehåll), hur och varför. I föreliggande studie analyseras samma datamaterial, men utifrån Clarkes och Hollingsworths (2002) modell, ICMPG. Syftet är att klargöra hur kombinationen av CoRe och LS stöder lärare att utveckla sin professionella kompetens inom naturvetenskaplig undervisning genom reflektion och iscensättning mellan de fyra domänerna i modellen ICMPG. Forskningsfrågorna vi söker svar på är:

- Hur resonerar lärarna avseende undervisningsstrategier och elevers lärande när de planerar och genomför en LS kombinerad med CoRe?
- Hur synliggör lärarna lärandeobjektet och dess kritiska aspekter när de genomför en LS?
- Vilka förändringssekvenser och lärande nätverk kan identifieras då lärarna planerar och genomför en LS kombinerad med CoRe?

2 Metod och material

I studien ingick sex lärare i naturvetenskapliga ämnen, årskurs 6 – 9, på en medelstor skola i södra Sverige. Lärarna (L1 – L6) hade alla flera års erfarenhet i yrket (4 – 22 år). De följdes under cirka ett år då de med hjälp av CoRe ([Bilaga 1](#)) planerade och genomförde en LS med två lektioner. Tillsammans med skolans övriga lärare introducerades de först till LS och CoRe av en extern föreläsare, väl förtrogen inom området. Under denna studiedag diskuterade och skrev de sex lärarna en gemensam CoRe (CoRe1) inom biologi. Innan studiedagen hade de sex lärarna också en träff då de bland annat diskuterade undervisningsmetoder och lektionsplanering.

Totalt följdes lärarna vid åtta träffar tillsammans med en av författarna, som agerade samtalsledare ([Tabell 1](#)). Samtalsledarens roll var att stödja lärarna i deras diskussioner i arbetet med CoRe och LS. Lärarna enades vid träff 3 om ämnesområdet ”grundläggande kemi” i årskurs 6, och diskuterade vid träffarna 3 och 4 utifrån frågeställningarna i CoRe vad de ansåg viktigt att ta upp inom området. Diskussionerna sammanfattades genom att de gemensamt besvarade frågeställningarna i CoRe (CoRe2). Utifrån vad lärarna ansåg var viktigt att fokusera på inom området ”grundläggande kemi” konstruerade de vid träff 5 en förtest beträffande materiens uppbyggnad ([Bilaga 2](#)). Förtesten genomfördes i början av höstterminen av eleverna i årskurs 6 (klass A och B, totalt 45 elever). Utifrån elevernas svar på förtesten planerade lärarna vid träff 6 den första lektionen i LS med avseende på lärandeobjektet materia och dess oförstörbarhet ([Bilaga 3](#)). Lektion 1 och eftertest genomfördes i klass A, och spelades in med två videokameror placerade längst ned i klassrummet för att säkerställa inspelningen. Vid träff 7 tittade lärarna på den inspelade lektionen och analyserade eftertesten som eleverna genomfört. I eftertesten togs frågorna tre och fyra bort jämfört med förtesten eftersom de inte bedömdes som informativa (fråga tre besvarades korrekt och fråga fyra missförstods av flertalet elever). Utifrån lärarnas analys planerade de lektion 2 ([Bilaga 4](#)), som tillsammans med efterföljande eftertest genomfördes i klass B av samma lärare som för lektion 1. Lektion 2 dokumenterades på samma sätt som lektion 1. Vid träff 8 tittade lärarna på inspelningen av lektion 2 och analyserade elevernas eftertest, varefter de utvärderade hela LS. CoRe3 genomfördes individuellt via webbformulär av fyra lärare en tid efter träff 8.

Tabell 1. Översikt av lärarnas aktiviteter och insamlat datamaterial för studien.

Lärarnas aktivitet			Datamaterial	
Träff	Tidpunkt	Innehåll	Inspelad diskussion	Text
1	Oktober 2012	Lärarna diskuterar på uppmaning av rektor bedömning, undervisningsmetoder, elevstöd, och lektionsplanering	111 min	
2	Januari 2013	Extern föreläsare håller i studiedag om LS och CoRe. Lärarna gör gemensamt en CoRe (CoRe1) inom biologi	96 min	CoRe1
3	Mars 2013	Lärarna väljer ämnesområde för LS, grundläggande kemi år 6, påbörjar gemensamt en andra CoRe (CoRe2)	151 min	
4	April 2013	Lärarna slutför gemensamt CoRe2	136 min	CoRe2
5	Maj 2013	Lärarna konstruerar förtest inom ämnesområdet, fokus på atomer och materias oförstörbarhet	140 min	
6	Augusti 2013	Lärarna analyserar elevernas förtest, planerar lektion 1	122 min	
7	September 2013	Lärarna analyserar lektion 1 (genomförd i klass A med lärare L1) och elevernas eftertest, planerar lektion 2	120 min	
8	September 2013	Lärarna analyserar lektion 2 (genomförd i klass B med lärare L1) och elevernas eftertest, utvärderar hela LS-cykeln	134 min	
	November 2013	Fyra av de sex lärarna gör individuellt via webformulär en tredje CoRe (CoRe3)		CoRe3

Lärarnas åtta träffar dokumenterades med ljudupptagning och utgjorde data för studien, tillsammans med de tre CoRe som lärarna skrev (Tabell 1). Inspelningarna transkriberades ordagrant med hjälp av programvaran NVivoTM (NVivo10, 2012).

För att besvara de tre forskningsfrågorna användes olika angreppssätt. Den första forskningsfrågan sätter fokus på hur lärarna resonerar kring undervisningsstrategier och elevers lärande, vilket ger en beskrivning av den personliga domänen enligt IC-MPG. Genom en iterativ process i enlighet med en tematisk analysmodell (Braun & Clarke, 2006) kodades och kategoriserades data (Tabell 2) för att ge svar på denna forskningsfråga. Koderna utvecklades efter flera genomläsningar av datamaterialet, sorterades och grupperades i två teman, vilka granskades och diskuterades tills konsensus uppnåddes mellan författarna. Representativa och illustrativa citat valdes därefter ut.

Tabell 2. Lärarnas syn på undervisningsstrategier och elevers lärande, identifierade teman och koder.

Tema	Kod
Eleverna lär sig det naturvetenskapliga ämnesinnehållet när läraren förmedlar korrekta fakta	<i>Lärare ansvarar för att ge korrekt fakta Struktur, ordning och repetition</i>
Eleverna lär sig det naturvetenskapliga innehållet när läraren stimulerar eleverna till reflektion	<i>Reflektion utifrån lärarledda demonstrationer Reflektion utifrån elevdiskussioner</i>

För att besvara den andra forskningsfrågan (lärarnas synliggörande av lärandeobjektets kritiska aspekter), analyserades hur lärarna planerade, genomförde och diskuterade de två lektionerna utifrån ett variationsteoretiskt perspektiv. Vi tittade således efter hur lärarna lyfte fram lärandeobjektets kritiska aspekter och hur dessa kontrasterades, liksom överensstämmelsen mellan planerad och genomförd lektion. Genom analysen får vi en beskrivning av lärarnas iscensatta undervisning, det vill säga den praktiska domänen enligt ICMPG. Den tredje forskningsfrågan besvaras genom att klargöra samspelet mellan de fyra domänerna i ICMPG, som leder till förändringssekvenser och/eller lärande nätverk.

Lärarna informerades innan träff 1 om studiens syfte, tidsplan och innehåll, samt gav skriftligt samtycke för sin medverkan. Inför videoinspelningarna av lektionerna informerades elever och föräldrar om studien och samtycke inhämtades för elevernas deltagande. Etiska rekommendationer enligt Vetenskapsrådet (2011; 2017) följdes.

3 Resultat

3.1 Lärarnas resonemang avseende undervisningsstrategier och elevers lärande

För att beskriva den personliga domänen analyserades hur lärarna resonerade kring undervisningsstrategier och elevers lärande. Ur dessa diskussioner framkom två teman (Tabell 2).

3.1.1 Eleverna lär sig det naturvetenskapliga ämnesinnehållet när läraren förmedlar korrekta fakta

Lärarna hade i sina diskussioner fokus på att det är deras ansvar att ge korrekta fakta till eleverna, och att struktur, ordning och repetition underlättar lärarens faktaförmedling. Lärarna relaterade ofta till styrdokumentet när de identifierade vilket undervisningsinnehåll som skulle tas upp.

Läraren ansvarar för att ge korrekta fakta

Vid den första träffen diskuterade lärarna vad man kan kräva av eleverna för olika betygskriterier och hur de som lärare kan hjälpa elever som behöver extra stöd. Lärarna tog i diskussionen upp att de har ansvaret för att förmedla information till eleverna. Lärare L5 skulle vilja använda mindre lektionstid för att förmedla baskunskaper än vad hen gör, men uttryckte tveksamhet om hur eleverna då skulle kunna inhämta dessa om inte läraren använder tid till att förmedla fakta, se citat 1.

”... att man vill använda lektionstiden mindre till att förmedla dom här baskunskaperna och mer till att göra såna här olika ... eh ... situationer där man testar kriterierna. Hur får vi då eleverna till att ... tillgodogöra sig dom här grundkunskaperna?” (L5 vid träff 1)

(Citat 1)

När lärarna vid träff 2 diskuterade en fråga i CoRe om varför de förordar en viss undervisningsmetod angav de enbart de undervisningsmetoder de skulle välja utan att motivera varför.

”Vilka undervisningsmetoder ska du använda för att ... av vilken särskild anledning har du valt dessa metoder?” [läser fråga i CoRe]. ”Katederundervisning kommer det att bli. Oavsett. Kommer det garanterat bli.” (L3 vid träff 2)

(Citat 2)

Lärarna framförde olika tolkningar av vad katederundervisning innebär, men var överens om att läraren då förmedlar fakta till eleverna.

L6: ”Men du kallar det katederundervisning. För mig är kateder att du sitter bakom där och ...”

L3: ”Okej. För mig är det när jag står och föreläser eller berättar någonting framför dem.” (träff 2)

(Citat 3)

Att lärarna i sina diskussioner fokuserade på att det är viktigt att läraren förmedlar korrekt fakta till eleverna styrks av den diskussion som uppstod vid analysen av den genomförda lektion 2 vid träff 8. Lärare L1 skulle under lektion 2 skriva upp på tavlan elevernas förslag på vad som är respektive inte är materia. Avsikten var att eleverna sedan skulle diskutera de två listorna, först i smågrupper och sedan i helklass. När eleverna gav exempel på vad som är ”materia” skrev läraren ned elevernas förslag utan att kommentera dem. När däremot den första elevens förslag på vad som skulle skrivas i kolumnen ”inte materia” var felaktigt så började läraren L1 diskutera om elevens

alternativ var korrekt, istället för att skriva upp det på tavlan utan några kommentarer. Citatet nedan illustrerar lärarens frustration över att hen inte klarar av att inför eleverna skriva upp något som är felaktigt på tavlan.

”Men just ... jag vet inte... jag kände bara ... ååå vad fel det blev... och just det att ... synd att hon sa nånting som inte var materia ... det första ... eller som var materia [korrigerar sin felsägning angående elevens svar] ... det första. Om det bara hade varit nån som bara hade skrivit ... tagit någonting rätt då hade jag skrivit upp det ... så hade jag fortsatt liksom även om det hade varit fel tror jag.”
(L1 vid träff 8)

(Citat 4)

Vid träff 1 diskuterade lärarna hur de kan möta elever som har det svårt i de naturvetenskapliga ämnena. Lärarna gav som förslag på strategier, att låta eleverna använda lättlästa läromedel, ljudböcker och/eller ge extra tid.

L6: Sedan är nästa. ”Hur möter vi dom elever som har det svårt i vårt ämne?”
[Frågeställning från rektorn.]
L3: ”Det gör vi ... inte” [tyst]
L6: ”Hur, nu vill jag höra hur. Så vi får med det här. Hur?”
L2: ”Det är ju genom att... svårigheter i vad.”
L6: ”Vet inte. Tänk brett. ... svårt. Man märker att dom har det svårt.”
L4: ”Lättläst, inläst.” [ljudbok]
L6: ”Lättläst, inläst!”
L3: ”Lättläst, inläst, verkstäder.” [extra tid] (träff 1)

(Citat 5)

Lärarna fokuserade även här på lärarens ansvar att förmedla fakta till eleverna och att förmedlingen underlättas med hjälp av ljudböcker och extra tid.

Struktur, ordning och repetition

Lärarna uttryckte vid flera träffar betydelsen av att lärare genom undervisningen skapar struktur i de fakta som eleverna ska lära sig för att på så sätt stödja deras lärande. Vad som avses med struktur är ibland lite oklart, som i följande citat:

”Då måste man ha struktur på detta. Känner jag. Det blir lite glosinläring.” (L3 vid träff 2)

(Citat 6)

Vid andra tillfällen var det tydligt att lärarna med struktur avsåg att moment ska tas upp i en viss ordning. När lärarna med hjälp av CoRe2 arbetade med att välja område för LS (träff 3) diskuterade de vilken partikelmodell som ska behandlas i årskurs

6 och om begreppen neutroner, protoner och elektroner ska tas upp. De poängterade då att undervisningsinnehållet bör tas upp i en viss ordning. Lärare L3 påpekade vikten av att atomens delar ska vara avklarad innan de kommer till elläran.

L1: "Och jag menar sen när man håller på med el. Då pratar man ändå. Det är elektroner som far omkring. SÅ absolut. Så avdramatiserar man det direkt."

L3: "I sjuan så pratar vi joner..."

L4: "Då är det bra att ha atomen först va?"

L3: "Då måste atomen liksom... den måste va' behandlad." (träff 3)

(Citat 7)

Vikten av struktur och ordning av innehållet, men utifrån ordningsföljden mellan teoretiska och praktiska moment togs upp av lärare L5.

"Ja precis. Och tajmningen är ofta väldigt viktig. Ibland har man flyt och det stämmer med lektionerna. Sakerna kommer i rätt ordning. Logiskt bra och allt sånt och då kan det bli hur bra som helst.

...

Laborationerna tajmar inte den andra delen och ja. Sånt spelar roll." (L5 vid träff 3)

(Citat 8)

Under träffarna 2–5 diskuterade lärarna utförligt utifrån frågeställningarna i CoRe, men deras nedskrivna svar är kortfattade och delvis ofullständiga. Lärarnas nedtecknade CoRe-svar förstärker dock bilden av att lärarna anser det viktigt att de i undervisningen skapar struktur bland fakta som eleverna ska lära sig och att ge tid för repetition. I CoRe1 angav lärarna som svar på frågan: "På vilka specifika sätt tänker du dig att du skall underlätta elevernas förståelse beträffande dessa idéer?" att de ska

"Ta det lugnt, repetera, ta upp lagom på varje lektion och använd strukturerat material, tabeller, anteckningar." (CoRe1)

(Citat 9)

På frågan "Vilka svårigheter/begränsningar kan förekomma i samband med undervisningen av det specifika ämnesområdet, det vill säga vilka problem kan uppstå i undervisningssituationen?" angav lärarna i CoRe2 att.

"Styrning från lärare behövs så att man inte hamnar för långt utanför." (CoRe2)

(Citat 10)

Lärarna tycks förorda att de i undervisningen ska skapa struktur. De angav dock inte mer detaljerat varför struktur är viktigt, eller vilka svårigheter och problem som kan uppstå.

3.1.2 Eleverna lär sig det naturvetenskapliga innehållet när läraren stimulerar eleverna till reflektion

När lärarna planerade och utvärderade de två lektionerna i LS diskuterade de hur de skulle kunna stimulera eleverna till att reflektera över ämnesinnehållet. De undervisningssätt som lärarna då tog upp var reflektion utifrån lärarledda demonstrationer och reflektion utifrån elevdiskussioner.

Reflektion utifrån lärarledda demonstrationer

När lärarna planerade lektion 1 diskuterade de hur de kan göra för att tydliggöra att all materia, även "osynlig," har en massa, så att det blir konkret för eleverna. Genom att använda en balansvåg gjord av rundstav och snöre ville lärarna synliggöra att ballonger som är uppblåsta väger mer än ouppblåsta ballonger. Denna aktivitet genomfördes sedan på båda lektionerna.

L4: "... man kanske ska fokusera på diskussionen där. Sedan pratade vi om att hela den grejen, övningen skulle avslutas med att man har en ballong full med luft. Och sen ... Väger luft? Alltså har luft vikt? alltså att man kanske släpper ut luften eller nåt sånt."

L1: "Att man väger ballongen flera gånger."

L4: "Vi pratade om L5:s julgran där. Att man skulle ha ... att man skulle ha en balansvåg. En sån där pinne. Där man har kanske tio uppblåsta ballonger och tio icke uppblåsta ballonger och då kan man se ..." (Träff 6)

(Citat 11)

När lärarna analyserade elevernas resultat på förtesten tolkade de det som att eleverna inte hade förståelse för att massan bevaras när man håller socker i vatten. En av lärarna föreslog då att det kanske blir enklare för eleverna om man använder något som är färgat, och som inte "försvinner" (blir osynligt) som socker. Lärarna ville genom att ställa två exempel mot varandra stimulera eleverna till att observera likheter och skillnader, samt reflektera över dessa.

"Jo jag tänker mest om man tar nåt blått eller om man tar nånting med färg så ser dom att det finns. Då kanske dom inte tvivlar på det. Men är det det som är grejen att om man ... får dom att fundera. Tror du verkligen att det här ... vita sockret som vi håller i vattnet. Bara för att det försvinner så väger det inget. Ån

om vi tar lika mängd av nåt blått salt till exempel och håller i. Finns det mer för att det syns?” (L2 vid träff 6)

(Citat 12)

Reflektion utifrån elevdiskussioner

Lärarnas analys vid träff 7 av första lektionen och dess eftertest visade att eleverna hade utvecklat sin förståelse om materia. Eleverna var dock fortfarande osäkra på massans bevarande och fick sämre resultat på eftertesten än vad de hade på förtesten. När lärarna analyserade den inspelade lektionen kom de fram till att det var för mycket som hände på lektionen. Utifrån lärarnas analys av lektion 1 och elevernas eftertest diskuterade de hur undervisningen skulle kunna förändras och planerade därefter lektion 2. De poängterade att de ska vara mer lyhörda för elevernas resonemang och föreställningar om materia. En lärare föreslog att läraren under lektion 2 ska ha en diskussion med eleverna om vad man kan väga och inte väga. Genom att eleverna först fick tänka enskilt, därefter diskutera i par och till sist alla i en helklassdiskussion, förändrades undervisningen så att eleverna fick tid både för diskussion och reflektion. Genom att låta eleverna diskutera vad som väger och vad som inte väger, hoppades lärarna att det ska bli synligt för eleverna att materia har massa.

L5: ”Här. I en sån här situation också. Enskilt tänkt liksom ... först tänk efter är det materia? Tycker du att det är materia? Tänker var och en och sen så ...”

L1: ”Alltså att man väntar ...”

L5: ”Snackar man med grannen lite grann om dom och sen tar man ett resonemang med allihopa. Det skulle kunna funka här också.”

L2: ”Ja absolut ... ja i det mesta eller hur?”

L5: ”Mm.” (Träff 7)

(Citat 13)

Lärarna planerade att i uppgiften för lektion 2 inte berätta vad som är eller inte är materia, utan syftet var att detta ska komma fram successivt genom elevernas diskussioner.

L5: ”Efter det att du har samlat in dom här olika förslagen på materia och icke materia och sen så skicka ut dom igen så att var och en fick tänka och hålla med om att det där är materia och det där är inte materia och så vidare och diskutera.”

L4: ”Just att hålla med om den här fördelningen.”

...

L4: ”Ja precis så. Att dom själva kanske får fundera på vad som är rätt och fel.” (Träff 7)

(Citat 14)

Lärarnas planering att inte berätta fakta för eleverna utan låta dem själva komma fram till vad som är respektive inte är materia genom diskussion tolkar vi som att lärarna ser det som viktigt för elevernas lärande att de reflekterar över och diskuterar begreppet, och att enbart faktaförmedling från läraren inte är tillräckligt för ett lärande.

Vid den sista träffen diskuterade lärarna vad som gjorde undervisningen tydligare för eleverna under lektion 2 jämfört med lektion 1. Lärare L2 poängterade att det faktum att eleverna hade gjort en lista med förslag och att de fick tid att diskutera förslagen, utan att läraren gav dem rätt svar, stimulerade deras lärande.

”Jag tror listan ... Bara den här listan ... Att man hade den gemensam. Att man diskuterade kring listan och det tror jag gjorde mycket ... Just materia, icke materia.” (L2 vid träff 8)

(Citat 15)

Av lärarnas diskussioner framgick att de ville skapa möjligheter till reflektion över ämnesinnehållet för eleverna i de olika aktiviteterna. Detta återspeglades dock inte i de skrivna CoRe som lärarna gjorde, varken i grupp eller enskilt.

3.2 Lärarnas synliggörande av lärandeobjektet och dess kritiska aspekter

För att besvara den andra forskningsfrågan och därmed beskriva den praktiska domänen studerade vi hur lärarna synliggjorde lärandeobjektet och dess kritiska aspekter. Vi fann att lärarna planerade lektionernas aktiviteter i enlighet med ett variationsteoretiskt perspektiv. De bestämde vad de skulle lyfta fram i lärandeobjektet ”materia och dess oförstörbarhet,” och hur de skulle kontrastera, det vill säga synliggöra likheter och skillnader för att tydliggöra lärandeobjektets kritiska aspekter (Tabell 3). I sina diskussioner under planeringen av lektionerna använde lärarna sig dock inte explicit av variationsteorins begrepp.

Tabell 3. Analys av planerade och genomförda aktiviteter under lektion 1 och 2.

Lärandeobjekt: Materia och dess oförstörbarhet				
Aktivitet	Analys av planerad aktivitet		Analys av genomförd aktivitet	
	Kritisk aspekt	Vad som hålls konstant (K) respektive varierar (V)	Lektion 1	Lektion 2
Väga olika saker	All materia har massa	K: Väga materia V: Vad som vägs	Läraren fokuserar inte på den kritiska aspekten utan tar upp andra frågor, vilket gör att eleverna inte fokuserar på lärandeobjektet.	Läraren fokuserar på den kritiska aspekten, styr samtalet när eleverna kommer in på andra områden. Avslutar så att aktiviteten pekar på nästa aktivitet.
Balansvåg och ballonger	All materia har massa	K: Antal ballonger på varje sida av balansvågen. V: Luftmängden i ballongerna.	Läraren fokuserar på den kritiska aspekten under aktiviteten, men behåller därefter inte fokus på lärandeobjektet.	Läraren fokuserar på den kritiska aspekten, även när uppblåsningen av ballongerna distraherar eleverna
Lektion 1: Smälta tenn Lektion 2: Is i vatten	Materias massa, fasövergång och aggregations-tillstånd	K: Mängden materia (massa) V: Temperatur och aggregations-tillstånd	Läraren fokuserar inte på de kritiska aspekterna, utan på tenn och andra metaller och dess smältpunkter.	Läraren fokuserar på de kritiska aspekterna, uppmanar eleverna att diskutera och reflektera över vad som händer. Går igenom förväntat resultat när aktiviteten inte går som planerat, leder diskussionen så att de kritiska aspekterna tydliggörs.
Brustablett i vatten	Materias massa, fasövergång och aggregations-tillstånd	K: Mängden materia (massa) V: Ämnen före och efter upplösning	Läraren fokuserar inte på de kritiska aspekterna då aktiviteten misslyckas på grund av fel vald utrustning.	Ingick inte i lektion 2.
O'boy i vatten	Materias massa, fasövergång och aggregations-tillstånd	K: Mängden materia (massa) V: Ämnen före och efter upplösning	Läraren fokuserar inte på de kritiska aspekterna utan diskuterar även andra närliggande frågor.	Ingick inte i lektion 2.

Utifrån resultatet på förtesten konkretiserade lärarna inför lektion 1 de kritiska aspekter som de ville att eleverna skulle erfara för att förstå lärandeobjektet. Det vill säga att all materia har massa, att även materia som inte syns (exempelvis luft) har massa och att den är oförändrad vid blandningar, reaktioner och fasövergångar (materia's oförstörbarhet), se citat 13 och 14. Planeringen för den första lektionen fullföljdes dock inte i genomförandet av lektionen (Tabell 3). I sin analys av lektion 1 och av elevernas resultat på tillhörande eftertest drog lärarna slutsatsen att eleverna hade utvecklat sin förståelse med avseende på att materia som inte syns har massa. De fann dock att eleverna inte utvecklat förståelsen kring massans bevarande, utan fick sämre resultat på eftertesten än vad de hade på förtesten. En anledning till detta var enligt lärarna, att det var för många moment under lektionen, likaså att läraren inte gjorde anteckningar som eleverna kunde skriva av. Lärarnas bedömning var också att genomgångarna var för långa för elever i årskurs 6, samt att eleverna fokuserade på fel saker eftersom demonstrationerna var för svåra och att den valda utrustningen inte var lämplig.

L1: "Sen var det att vi hade ganska många såna här visningsdelar kan man säga. Så det var så att jag stod och pratade nästan hela tiden ... och jag kände nog att man kan prata lite och sen kan man göra nånting annat. Så att dom får göra något."

L3: "Variera."

L1: "Variera lite mer. Vi sa att det blev inte så tradigt men till slut så blev ju många lite trötta på att lyssna." (Träff 7)

(Citat 16)

Lärarna drog slutsatsen att det måste vara mer omväxling, med flera olika undervisningssätt och elevaktiva moment för att ta bort fokus från läraren. Förslag som gavs var att eleverna skulle kunna arbeta med text och eventuellt svara på frågor eller att göra ett eget experiment.

Vi fann att lärarna under planeringen av lektion 1 använde sig av kontrastering i de fem aktiviteterna (Tabell 3), det vill säga att något hålls konstant medan något annat varierar i aktiviteten. Samtidigt visar vår analys av aktiviteterna under lektion 1, att läraren i sin undervisning inte hade fokus på lärandeobjektet och dess kritiska aspekter. Detta kan vara en anledning till att elevernas resultat vid eftertestet i vissa fall var sämre än i förtestet.

Vid lärarnas planering av lektion 2 konstaterade de att eleverna behövde vara mer aktiva så att diskussion och reflektion stimuleras. De ändrade därför i första

aktiviteten så att eleverna gavs tid för reflektion och diskussion (Bilaga 4). De minskade också på antalet aktiviteter, från fem till tre. Den andra aktiviteten var densamma som vid lektion 1, medan den tredje var ny (Bilaga 4). Aktiviteterna fokuserade på att all materia har massa, samt att materians massa bevaras vid fasövergångar. Lektion 2 avslutades med att läraren gav en sammanfattning varefter eleverna genomförde eftertestet. Lärarnas analys av lektionen och eftertestet visade att eleverna hade utvecklat sin förståelse av lärandeobjektet materia och dess oförstörbarhet. Orsaken till detta var, enligt lärarna, att lektion 2 hade färre moment än lektion 1 och att eleverna fick tid till reflektion och diskussion.

L1: ”Ja. Men jag tror att om man hade haft det här upplägget på första lektionen så hade det blivit bättre.”

L4: ”Liknande.”

L1: ”Just det här att man ska inte ha för många moment.”

...

L1: ”Då fick dom aldrig tid att sitta själva och fundera utan det gick bara på.” [lektion 1]

...

L1: ”Det var mera ... fråga hit och dit och ...” [lektion 1]

...

L1: ”Det var mycket högre tempo.” [lektion 1] (Träff 8)

(Citat 17)

Att läraren hade erfarenhet från första lektionen vid genomförandet av lektion 2, lyftes även fram som orsak till det bättre utfallet. Lärare L1, som genomförde båda lektionerna, poängterade att lektion 2 genomfördes på ett sätt så att elevernas fokus låg mer på undervisningens innehåll än på läraren och att detta skilde sig från lektion 1.

Vi fann att lärarna både i planering och i genomförande av lektion 2, agerade i enlighet med ett variationsteoretiskt perspektiv genom att lyfta fram lärandeobjektet och uppmärksamma eleverna på de kritiska aspekterna genom kontrastering (Tabell 3). Lärarna diskuterade dock inte explicit vid genomgången av lektionen och tillhörande eftertest hur de som lärare kunde synliggöra de kritiska aspekterna för eleverna. Vid den första aktiviteten lät läraren eleverna få tid till att reflektera över vad som är materia respektive inte materia. Jämfört med första lektionen, där samma aktivitet genomfördes, hade läraren under andra lektionen större fokus på lärandeobjektets kritiska aspekter, så att inte ovidkommande frågor medförde att eleverna tappade fokus. Läraren knöt också ihop aktiviteterna så att avslutningen av en aktivitet ledde fram till nästa. Även vid den andra aktiviteten hade läraren större fokus på

lärandeobjektet, än när den genomfördes under lektion 1 (Tabell 3). Läraren satte på detta vis den kritiska aspekten, att all materia har massa även om det inte syns, i centrum för elevernas uppmärksamhet. Den tredje aktiviteten, som skulle illustrera materialets oförstörbarhet och som var ny jämfört med lektion 1, fungerade inte som tänkt. Detta berodde på att den bägare som användes för att hålla upp is och vatten med redan innehöll lite vatten, vilket läraren upptäckte försent. Detta innebar att massan inte hölls konstant i experimentet. Eleverna uppmanades därför att diskutera och reflektera över det förväntade resultatet av försöket. I diskussionen fokuserade läraren på den kritiska aspekten, det vill säga att massan är konstant även om aggregationstillståndet varierar. Den erfarenhet som läraren fick av första lektionen och analysen av den gjorde troligtvis att hen behöll fokus på lärandeobjektet, även när den planerade aktiviteten under lektion 2 inte fungerade som planerat.

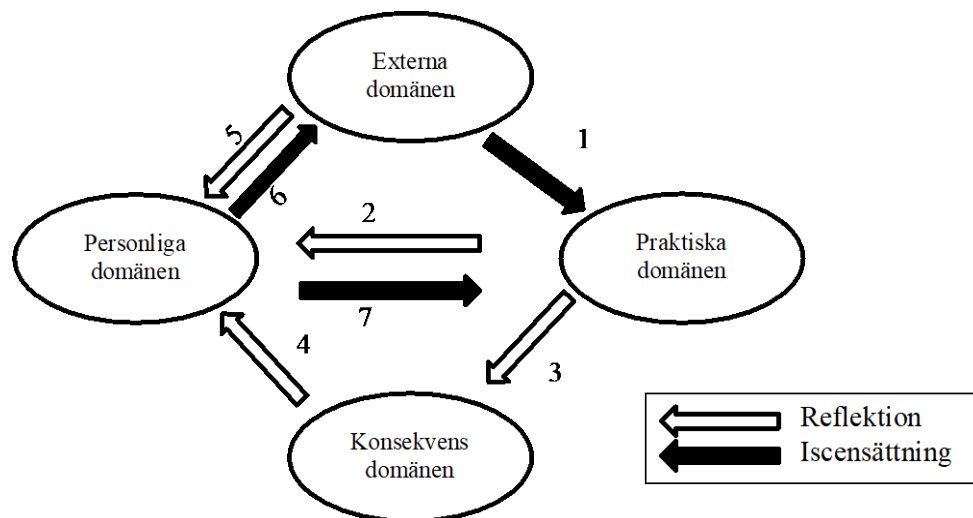
3.3 Förändringssekvenser och lärande nätverk

Enligt modellen ICMPG leder förändring i någon av de fyra domänerna till förändring i de andra domänerna vilket benämns som förändringssekvenser och/eller lärande nätverk. Lärarna i studien fick stöd genom föreläsning och workshop av en extern föreläsare och textmaterial om CoRe, LS och elevföreställningar, vilket i denna studie inkluderas i den externa domänen. Denna domän inkluderar även lärarnas diskussioner med kollegor under de regelbundna träffarna då de planerade och genomförde en LS med hjälp av verktyget CoRe. Genom insatserna i den externa domänen gavs lärarna möjlighet att reflektera över sina egna kunskaper och föreställningar kring undervisningsstrategier och elevers lärande, vilket gav förändring i den personliga domänen. När lärarna beskrev sin syn på undervisning och lärande påverkade de varandra, det vill säga en lärares uppfattningar och kunskaper (personlig domän) påverkade och utgjorde därmed del av den externa domänen för de andra lärarna. Insatserna i den externa domänen (workshop, textmaterial, kollegiala diskussioner), påverkade hur de två lektionerna planerades och genomfördes (praktisk domän). Då det endast var en lärare som genomförde lektionerna, så var lärarnas erfarenhet av den praktiska domänen med stor sannolikhet olika och därmed också inverkan på den personliga domänen, även om övriga lärare upplevde undervisningen genom att se på den inspelade filmen (citat 4, 16 & 17).

I den praktiska domänen ingår förutom genomförandet av de två lektionerna, även lärarnas erfarenhet av det gemensamma arbetet med CoRe och planeringen av lektionerna, vilket också påverkas av lärarnas syn på undervisning och lärande (personlig

domän). Lärarnas reflektioner över den första genomförda lektionen och elevers resultat på eftertest, påverkade också den personliga domänen (citat 13–17). Utifrån lärarnas reflektioner (personlig domän) och diskussioner (extern domän) planerades och iscensattes nästa lektion. Lärarnas reflektion över och analys av resultaten på elevernas förtest och eftertest (konsekvensdomän) påverkade hur lektionerna genomfördes (praktisk domän), men påverkade även den personliga domänen (citat 11 och 15). Resultaten ovan visar på förändringssekvenser, reflektion och iscensättning mellan olika domäner, vilket tyder på en professionell utveckling hos lärarna.

Hos läraren (L1) som genomförde de planerade lektionerna fann vi indikationer på att reflektion och iscensättning skedde mellan flera av domänerna, vilket därmed kan ses som ett lärande nätverk (Figur 2).



Figur 2. Lärande nätverk hos lärare L1.

Genom förslag (steg 1) från kollegor på innehållet (citat 11, 13–14), de praktiska erfarenheterna i undervisningen (steg 2) och elevers resultat på eftertest (steg 3, 4) pekar detta på att L1 har förändrat sitt sätt att undervisa om det valda ämnesinnehållet (steg 7). Genom lärarnas diskussion och reflektion (steg 5, 6) vid analys av lektion 1 (citat 13, 14, 16) skedde förändringar av upplägget av lektion 2 (steg 7). Ser vi på hur lärare L1 genomförde lektion 2 i jämförelse med lektion 1 med avseende på hur lärande objektet och dess kritiska aspekter synliggjordes, pekar detta på att det skedde en kedja av reflektion och iscensättning mellan de olika domänerna (citat 17). Även hos de andra lärarna skedde reflektion och iscensättning mellan de olika domänerna, men då de inte genomförde några lektioner utan endast deltog i att planera och

analysera dessa fick de inte egen undervisningserfarenhet såsom lärare L1. Då den praktiska domänen inte enbart innefattar de fysiska klassrumserfarenheterna, kan det ha skett professionellt lärande även hos de andra lärarna utifrån undervisningserfarenheter de fick via analysen av de genomförda lektionerna och diskussionerna kring undervisningsstrategier under träffarna (citat 11–14). Detta illustreras även i citat 15, som visar på reflektion hos lärare L2 baserat på de genomförda lektionerna, även om denne lärare inte genomförde lektionen.

Vi finner att det hos lärarna skedde professionell utveckling i form av förändringssekvenser och lärande nätverk. Möjligheterna till professionell utveckling påverkas av de ramverk som är aktuella för lärarna. I den aktuella studien hade lärarna stöd av en intresserad rektor, som avsatt tid för lärarna att genomföra en LS. Flera av lärarna påpekar vid sista träffen att tid är en begränsande faktor när samtalsledaren frågar om de tror att de kommer genomföra CoRe och/eller LS fler gånger.

L6: ”Det här kräver ju tid.”

Flera lärare: ”Ja.”

L6: ”Det tror jag är det som mest stoppar.” (träff 8)

(Citat 18)

4 Diskussion och slutsatser

Fokus i studien ligger på lärares professionella utveckling utifrån hur deras ämnesdidaktiska kompetens kommer till uttryck när de planerar och genomför en LS. Tidigare studier har visat att lärares ämnesdidaktiska kompetens utvecklas av den diskussion som sker när de använder CoRe vid planering av undervisning (Nilsson & Loughran, 2012), likaså att tillvägagångssättet som används vid LS stimulerar lärares professionella utveckling (Anak Andrew, 2011; Holmqvist, 2011; Nilsson, 2014). I vår studie har vi, i likhet med Attorps och Kellner (2017) och Bergqvist (2017), kombinerat CoRe med LS, men vår analys av lärares professionella utveckling sker utifrån ICMPPG (Clarke & Hollingsworth, 2002). Enligt denna modell utvecklas läraren i sin profession genom iscensättning och reflektion mellan fyra interagerande domäner.

Vi har tidigare visat (Åhman et al., 2015) att arbetet med CoRe och LS kan ge en förändring av hur lärarna talar om sin undervisning, från ett pragmatiskt till ett reflekterande sätt. Detta indikerar förändringar i det som Clarke and Hollingsworth (2002) benämner den personliga domänen. Resultatet i föreliggande studie indikerar att lärarnas arbete med att tydliggöra lärandeobjektet och de kritiska aspekterna får konsekvenser både i den personliga och i den praktiska domänen. Vi ser förändring i

lärarnas val av undervisningsstrategier, deras tal om hur elever lär sig naturvetenskap, och hur lektion 2 genomförs, vilket indikerar reflektion och iscensättning mellan de olika domänerna.

Vi finner att det kollegiala arbetet att genomföra CoRe ger stöd för att stimulera lärarna till att diskutera och reflektera utifrån ett ämnesdidaktiskt perspektiv. Diskussionen under det kollegiala arbetet med CoRe underlättar för lärarna att identifiera ämnesrelaterade aspekter som är viktiga för eleverna att fokusera på inom ämnesområdet ”grundläggande kemi.” Under genomförandet av LS diskuterar de även vad som är relevant att variera ur ett ämnesmässigt perspektiv, vilket Fredlund et al. (2015) framhåller som värdefullt för att underlätta elevers lärande. Vi kunde dock inte se någon utveckling i de skriftliga svar lärarna gav i de tre CoRe de genomförde, till skillnad från Bergqvist (2017) som fann att lärarnas svar i en andra CoRe, gjord efter lektion 3, var mer utvecklade än de i en CoRe gjord före lektion 1. Attorps och Kellner (2017) trycker på betydelsen av CoRe för den kollegiala diskussionen, men redovisar inga data avseende lärarnas svar i CoRe. Lärarnas skriftliga svar i de tre genomförda CoRe var kortfattade och våra resultat visar på svårigheten att bedöma en lärares professionella utveckling endast utifrån de skriftliga svaren i en CoRe. Dock visar resultaten att frågeställningarna i CoRe stimulerar till diskussioner mellan lärarna då de genomför kollegiala CoRe. Jämfört med att göra enskilda CoRe ger kollegialt gjorda CoRe utrymme för erfarenhetsutbyte mellan lärarna, vilket enligt Riveros et al. (2012) och Clarke and Hollingsworth (2002) gynnar deras reflektion och professionella utveckling. Vi finner att det stöd som CoRe ger under arbetet med LS stimulerar lärarnas reflektion och diskussion, vilket bidrar till professionell utveckling, vilket stämmer överens med tidigare forskning (Hume & Berry, 2011; Loughran et al., 2012; Loughran et al., 2000; Loughran et al., 2004; Nilsson & Loughran, 2012).

När lärarna tillsammans planerade, genomförde och analyserade lektionerna i LS, så diskuterade de hur och varför elever lär sig, samt hur de kan underlätta för elevers lärande. Även om de variationsteoretiska begreppen och teorin som en LS utgår från hade introducerats och också diskuterats vid mötena så använde lärarna inte den variationsteoretiska terminologin explicit när de analyserade lektionerna. Vi drar slutsatsen att för att lärarna ska kunna använda de variationsteoretiska begreppen när de diskuterar och reflekterar över sin undervisning behöver de mer tid och stöd i form av fler LS cykler tillsammans med teoretisk fördjupning (Holmqvist, 2011; Runesson et al., 2011).

Kombinationen av CoRe och LS stimulerar den professionella utvecklingen även hos erfarna lärare enligt våra resultat. Arbetet med CoRe underlättar för lärarna att identifiera ämnesrelaterade aspekter som är viktiga för eleverna att fokusera på inom ämnesområdet ”grundläggande kemi.” Under planering och genomförandet av lektionerna 1 och 2 resonerade lärarna även om vilka artefakter som var lämpliga att använda, samt vad som är relevant att variera ur ett ämnesmässigt perspektiv. Under studien förändrar lärarna sina resonemang om undervisningsstrategier och om hur eleverna lär sig naturvetenskap. Resultatet indikerar att arbetssättet har potential att stimulera professionell utveckling och skulle därför kunna vara en modell för skolor att använda för att långsiktigt utveckla lärares kompetens. För detta behövs dock att ramverket, i form av stödjande organisation och tid, ger lärarna möjlighet för professionell utveckling, vilket citat 18 och tidigare studier tar upp som viktigt (Clarke & Hollingsworth, 2002; Putnam & Borko, 2000; Riveros et al., 2012; Stolk et al., 2009a, 2009b). Fler studier med kombinationen CoRe och LS som följer en lärargrupp under längre tid, med fler LS-cykler och uppföljning en tid efter att LS genomförts, behövs. Detta för att få fördjupad förståelse av lärares professionella utveckling, utifrån hur lärande nätverk hos enskild lärare kan stimuleras. I studien ser vi hur lärarna använder artefakter för att hjälpa elever att uppmärksamma lärandeobjektet. Det skulle därför också vara intressant att studera hur användandet av artefakter i undervisningen kan stödja lärares och elevers samtal om fenomen, samt vilken betydelse detta har för lärares professionella utveckling.

5 Tack

Författarna tackar de deltagande lärarna och kollegor vid Linnéuniversitetet för värdefulla insatser och diskussioner. Studien finansierades av forskarskola LicFontD2 och Linnéuniversitetet.

Referenser

- Anak Andrew, V. (2011). Using Learning Study to improve the teaching and learning of accounting in a school in Brunei Darussalam. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 1(1), 23–40. doi:10.1108/20468251211179687
- Attorps, I., & Kellner, E. (2017). School–University action research: Impacts on teaching practices and pupil learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(2), 313–330. doi:10.1007/s10763-015-9686-6

- Bergqvist, A. (2017). *Teaching and learning of chemical bonding models: Aspects of textbooks, students' understanding and teachers' professional knowledge*. (Dissertation). Karlstad Universitet, Karlstad.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. doi: 10.1191/1478088706qp0630a
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947–967. doi: 10.1016/S0742-051X(02)00053-7
- Fredlund, T., Airey, J., & Linder, C. (2015). Enhancing the possibilities for learning: variation of disciplinary-relevant aspects in physics representations. *European Journal of Physics*(5). doi:10.1088/0143-0807/36/5/055001
- Holmqvist, M. (2011). Teachers' learning in a learning study. *Instructional Science*, 39(4), 497–511. doi:10.1007/s11251-010-9138-1
- Hume, A., & Berry, A. (2011). Constructing CoRes—a strategy for building PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education*, 41(3), 341–355. doi: 10.1007/s11165-010-9168-3
- Lo, M. L. (2012). Towards a science of the art of teaching. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 1(1), 7–22. doi: 10.1108/20468251211179678
- Lo, M. L. (2014). *Variationsteori : för bättre undervisning och lärande* (1 ed.). Lund: Studentlitteratur.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge* (2 ed.). Rotterdam: Sense publishers.
- Loughran, J., Gunstone, R., Berry, A., Milroy, P., & Mulhall, P. (2000). *Science cases in action: Developing an understanding of science teachers' pedagogical content knowledge*. Paper presented at the The National Association for Research in Science Teaching, New Orleans.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370. doi: 10.1002/tea.20007
- Marton, F. (2000). *Om lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Marton, F., & Tsui, A. r. (2004). *Classroom discourse and the space of learning*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Nilsson, P. (2014). When teaching makes a difference: Developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study. *International Journal of Science Education*, 36(11), 1–21. doi: 10.1080/09500693.2013.879621
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699–721. doi: 10.1007/s10972-011-9239-y
- NVivo10. (2012). QSR International, <http://qsrinternational.com>.
- Pang, M. F., & Ling, L. M. (2012). Learning Study: Helping teachers to use theory, develop professionally, and produce new knowledge to be shared. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 40(3), 589–606. doi: 10.1007/s11251-011-9191-4

- Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4–15.
- Riveros, A., Newton, P., & Burgess, D. (2012). A situated account of teacher agency and learning: Critical reflections on professional learning communities. *Canadian Journal of Education*, 35(1), 202–216.
- Runesson, U., Kullberg, A., & Maunula, T. (2011). Sensitivity to student learning: A possible way to enhance teachers' and students' learning? In, O. Zaslavsky, & P. Sullivan (Eds.), *Constructing knowledge for teaching secondary mathematics tasks to enhance prospective and practicing teacher learning* (pp. 263-278). New York: Springer.
- Schön, D. A. (2003). *The reflective practitioner : how professionals think in action*. Repr. Aldershot: Ashgate.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. doi: 10.3102/0013189X015002004
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Skolverket. (2012). *Att se helheter i undervisningen*. Stockholm: Fritzes
- Stolk, M. J., Bulte, A. M. W., de Jong, O., & Pilot, A. (2009a). Strategies for a professional development programme: Empowering teachers for context-based chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), 154–163.
- Stolk, M. J., Bulte, A. M. W., de Jong, O., & Pilot, A. (2009b). Towards a framework for a professional development programme: Empowering teachers for context-based chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), 164–175.
- Vetenskapsrådet. (2011). *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Vetenskapsrådet. (2017). *God Forskningssed [Elektronisk resurs]*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Åhman, N., Gunnarsson, G., & Edfors, I. (2015). In-service science teacher professional development. *Nordic Studies in Science Education*, 11(2), 207. doi: 10.5617/nordina.2048

Bilaga 1

CoRe (enligt Skolverket, 2012)

Ämnesområde:	Big Idea	Big Idea
Vad förväntar du dig att eleverna ska lära sig om just denna specifika kunskap?		
Varför är det viktigt att eleverna vet just detta?		
Vad vet du mer om just denna Idé (som du inte anser att eleverna behöver lära sig nu)?		
Vilka svårigheter/begränsningar kan förekomma i samband med undervisningen av det specifika ämnesområdet, d.v.s. vilka problem kan uppstå i undervisningssituationen?		
Vilken är din kunskap om elevers begreppsuppfattningar/missuppfattningar i ämnet och hur påverkar dessa din undervisning?		
Andra faktorer som kan påverka din undervisning i det här området?		
Vilka undervisnings-metoder ska du använda och av vilken särskild anledning har du valt just dessa metoder?		
På vilka specifika sätt tänker du dig att du ska underlätta elevernas förståelse beträffande dess idéer?		
Vilka specifika sätt tänker du dig att du ska använda för att ta reda på att eleverna har lärt sig det du förväntat dig att de ska ha gjort?		

Bilaga 2

Förtest och eftertest: Materiens uppbyggnad

1. Vad är materia?

Om du anser att en kastrull är materia, så kryssar du i JA. Om du anser att en kastrull inte är materia, så kryssar du i NEJ. Fortsätt sedan med resten av listan.

	JA	NEJ	JA	NEJ
Atom Människa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dammkorn Nervcell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kastrull Olja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ljus Skugga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luft Tulpan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magnetfält Vakuum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Molekyl Värme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Vad har vikt?

Om du anser att kastrull har vikt, så kryssar du i JA. Om du anser att en kastrull inte har vikt, så kryssar du NEJ. Fortsätt sedan med resten av listan.

	JA	NEJ	JA	NEJ
Atom Människa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dammkorn Nervcell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kastrull Olja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ljus Skugga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luft Tulpan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magnetfält Vakuum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Molekyl Värme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Minsta delen

I en lärobok kan man läsa ”Om man tänker sig att man delar ett stycke järn i mindre och mindre delar, så kommer man till en minsta del som inte går att dela. Denna minsta del är en atom.” Några elever diskuterar vad detta betyder.

Sven säger: *Atomerna finns i järnstycket från början.*

Stina säger: *Atomernas storlek beror på hur bra verktyg man har då man delar.*

Olle säger: *Formen på en atommåste bero på hur man delar.*

Lisa säger: *Formen på en atom beror inte på hur man delar.*

Ulla säger: *Atomerna uppstår då man delar.*

Vilken eller vilka elever har rätt? _____

Vilken eller vilka elever har fel? _____

Förklara ditt svar!

4. Brinnande papper

Du har en flaska med luft i. Du lägger ner en bit brinnande papper och sätter snabbt på korken. Vad kommer innehållet i flaskan att väga efter försöket jämfört med före försöket?

Lika mycket

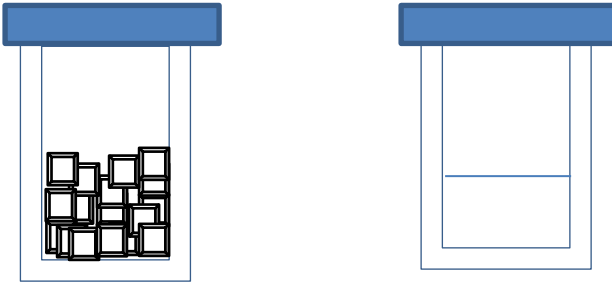
Mindre

Mer

Förklara ditt svar!

5. Isen som smälter i burken

En burk fylls med iskuber. Ett tättslutande lock sätts på, varefter burken med innehåll vägs. Resultatet är 630 gram. Burken får sedan stå tills all is har smält. Vi väger den igen. Vad blir resultatet?



- Mycket mer än 630 gram
 Lite mer än 630 gram
 Fortfarande 630 gram
 Lite mindre än 630 gram
 Mycket mindre än 630 gram
 Förklara ditt svar!

6. Socker i vatten

I en kastrull finns 1000 gram vatten. Eva häller 200 gram socker i vattnet och vickar sakta på kastrullen tills allt sockret har löst sig. Vad väger nu innehållet i kastrullen?

- Mindre än 1000 gram
 Precis 1000 gram
 Mellan 1000 gram och 1200 gram
 Precis 1200 gram
 Mer än 1200 gram
 Förklara ditt svar!

Bilaga 3

Aktiviteter vid lektion 1

Aktivitet	Beskrivning av aktivitet
<i>1. Väga olika saker</i>	Läraren diskuterar med eleverna om saker som väger utifrån elevernas och lärarens förslag. Utifrån förslagen försöker läraren väga föremålet, diskuterar om det går att väga väldigt små föremål, och om ljus, ljud, skugga och magnetfält väger något.
<i>2. Balansvåg och ballonger</i>	Läraren väger tre tomma ballonger och gör om proceduren för tre andra tomma ballonger. Läraren konstaterar att de två vägningarna ger samma resultat. Ballongerna från första vägningen hängs upp på ena sidan av en balansvåg. De tre övriga ballonger blåses upp och hängs upp på andra sidan av balansvågen.
<i>3. Smälta tenn</i>	Läraren väger en bit tenn i en aluminiumform. Därefter smälts tennbiten över en brännare. Det smälta tennet vägs.
<i>4. Brustablett i vatten</i>	Läraren väger och skriver upp totalvikten av brustablett, vattenmängd, E-kolv och kork. Därefter stoppas brustabletten i E-kolven med vatten och korken sätts på. När brustabletten är upplöst vägs kolven igen.
<i>5. O'boy i vatten</i>	Läraren väger totalvikten av O'boy, vattenmängd och bägare. Därefter hålls O'boy i vatten, blandas och vägs.

Bilaga 4

Aktiviteter vid lektion 2

Aktivitet	Beskrivning av aktivitet
1. <i>Väga olika saker</i>	Läraren har en diskussion med eleverna om vad som man kan väga och inte väga. Utifrån denna diskussion berättar läraren att det som man kan väga kallas materia. Därefter skriver läraren upp två kolumner på tavlan, en för materia och en för inte materia. Därefter får eleverna ge förslag på vad de anser är materia och sedan på vad de anser inte är materia. Dessa förslag reflekterar eleverna sedan över, först enskilt och sedan med bänkkamraten. Som avslutning har man en gemensam diskussion i klassen där man går igenom de olika elevförslagen
2. <i>Balansvåg och ballonger</i>	Läraren väger tre tomma ballonger och gör om proceduren för tre andra tomma ballonger. Läraren konstaterar att de två vägningarna ger samma resultat. Ballongerna från första vägningen hängs upp på ena sidan av en balansvåg. De tre övriga ballonger blåses upp och hängs upp på andra sidan av balansvågen.
3. <i>Is i vatten</i>	Läraren väger först en bägare med is och därefter en bägare med vatten. Därefter läggs isen och vatten i en ny bägare och när isen har smält vägs bägaren med vatten igen.