A. Linköping Studies in Science and Technology Education

No. 70

Undervisa Naturvetenskap genom Inquiry

En studie av två högstadielärare

Ingrid Lundh

Högskolan Kristianstad
291 88 Kristianstad
044 20 30 00
www.hkr.se

fontD

Linköpings universitet, SE-581 83 Linköping, Sweden
Högskolan Kristianstad, SE-291 88 Kristianstad, Sweden
Kristianstad [2014]

© Ingrid Lundh 2014

Printed in Sweden by [the name of the printing office and year]

ISSN 1652-5051

ISBN 978-91-7519-285-7

Undervisa Naturvetenskap genom Inquiry

En studie av två högstadielärare

Av

Ingrid Lundh

Maj 2014

ISBN 978-91-7519-285-7

Linköping Studies in Science and Technology Education

No. 70

ISSN 1652-5051

ABSTRACT

There is a need to change the teaching methods of the science subjects. International surveys, e.g. TIMMS and PISA, have been showing relatively declining skills for the Swedish students in the science subjects. International science education research has found good examples of teaching and learning, but the research stays within the research communities and does not reach the teachers and their teaching. The gap between research results and teachers' practices in the classroom is the basis of this investigation. Research shows that the teacher is one of the most important factors for student learning, therefore, this study has put great emphasis on the teachers' competencies. The focus of this investigation is the relations between teachers' knowledge of the Nature of Science (NOS), the Nature of Science Inquiry (NOSI) and inquiry-based teaching of Science. The project follows longitudinally two teachers as they take part in a research-based implementation process of predesigned inquiry-teaching sequences in Physics. The context is a secondary school in Sweden (grades 8–9, age 14–16 years). The project is set around group discussions between the involved teachers and the researcher on planning, implementing and analysing actual inquiry teaching. The results describe possibilities and obstacles concerning the implementation of inquiry teaching as perceived by the teachers. Having navigated obstacles the teachers saw great potential in the inquiry model based on students' motivation and learning. The results of the project provide indications on how future in-service teacher courses in Science could be designed.

Keywords: Inquiry-teaching, Inquiry-learning, Nature of science, Nature of scientific inquiry, Professional development

Linköpings universitet
SE-581 83 Linköping, Sweden

Förord

Här inleds texten, samtidigt avslutas själva skrivandet och som alltid finns det många som förtjänar ett tack för sina insatser och all hjälp jag fått under arbetets gång. Främst på tacklistan är Andreas Redfors och Maria Rosberg, från Högskolan i Kristianstad, som agerat handledare, i såväl stort och smått och alltid med samma intresse och engagemang. Jag vill också tacka FontD forskarskola som gjort denna resa möjlig och där jag har träffat så många fantastiska människor. Inte minst viktiga är mina allra bästa studiekamrater Lotta Leden, Maria Eriksson och Jenny Green som har följt och stöttat mig under hela forskarutbildningen. Vidare har jag haft förmånen att få mina texter behandlade vid ett antal seminarier där engagerade läsare har gett mig feedback. Jag riktar också tack till Lena Hansson som givit värdefulla synpunkter på ett tidigt manus, Pernilla Nilsson som var diskutant på mitt 90%-seminarium samt LISMA som bidragit med råd och stöd. Det har också varit en stor upplevelse att få delta i ESERA-konferensen 2013 på Cypern, en mötesplats för internationell Na-didaktiskt forskning. Stor nytta har jag också haft av de många diskussioner som uppkommit i samband med kurser jag läst både vid FontD, NorSed med seminarier i Helsingfors och Reykjavik, Malmö högskola och Stockholms universitet. Tack också till Bromölla kommun som gett mig denna möjlighet och inte minst tack till de lärare som jag har arbetat tillsammans med under många år och som är förutsättningen för att denna uppsats har blivit skriven. Familj och vänner har också stöttat, främst genom att finnas på plats och locka mig till helt andra aktiviteter, en funktion som omöjligt kan underskattas. De har också haft ett enormt tålamod med att jag stundom befunnit mig i en mycket märklig bubbla. Den som förstått mig allra bäst i mina grubblerier och ibland förtvivlan är min trofasta vän, riesenschnauzern Qlara.

Så till alla nämnda – och icke nämnda – tack!

Kristianstad juni 2014

Ingrid Lundh

INNEHÅLL

FÖRORD	VII
INLEDNING	11
SYFTE OCH FORSKNINGSFRÅGOR.....	12
UPPSATSENS DISPOSITION.....	13
UNDERVISA NATURVETENSKAP	15
NATURVETENSKAPLIG ALLMÄNBILDNING	15
NATURVETENSKAPENS KARAKTÄR, <i>NATURE OF SCIENCE</i> (NOS).	18
NATURVETENSKAPENS ARBETSSÄTT, <i>NATURE OF SCIENTIFIC INQUIRY</i> (NOSI).	21
ATT UNDERVISA I NATURVETENSKAP GENOM INQUIRY	25
INQUIRY-UNDERVISNING	25
INQUIRY-LÄRANDE	32
LÄRARKUNSKAP FÖR INQUIRY-UNDERVISNING	35
NA-DIDAKTISK KOMPETENS FÖR INQUIRY-UNDERVISNING.....	35
ÄMNESKOMPETENS FÖR INQUIRY-UNDERVISNING	37
NOS-KUNSKAPER FÖR INQUIRY-UNDERVISNING.....	39
MÖJLIGHETER OCH HINDER FÖR INQUIRY-UNDERVISNING	43
LÄROPLAN FÖR DET OBLIGATORISKA SKOLVÄSENDET, LGR -11	57
MIN SYN PÅ INQUIRY OCH KOMPETENSUTVECKLING	61
METOD	63
DELTAGARE	64
GENOMFÖRANDE OCH DATAINSAMLING	65
<i>Inquiry-materialet</i>	66
<i>Datakällor</i>	72
ANALYS AV DATA	80
METODDISKUSSION	84
RESULTAT	91
LISA	92
<i>Lisas uppfattningar i och om naturvetenskap</i>	92
<i>Lisas uppfattningar om elevers lärande i och om naturvetenskap</i>	96
<i>Lisas uppfattningar om undervisningsstrategier och bedömning</i>	99
<i>Lisas uppfattningar om sin egen utveckling</i>	104
NINA.....	110
<i>Ninas uppfattningar i och om naturvetenskap</i>	110
<i>Ninas uppfattningar om elevers lärande i och om naturvetenskap</i>	114
<i>Ninas uppfattningar om undervisningsstrategier och bedömning</i>	116

<i>Ninas uppfattning om sin egen utveckling.....</i>	<i>121</i>
SAMMANFATTNING	130
DISKUSSION	131
LÄRARNAS UPPFATTNING OM INQUIRY-UNDERVISNING KOPPLAT TILL NOS.....	131
MÖJLIGHETER OCH HINDER FÖR INQUIRY-UNDERVISNING	137
FÖRÄNDRING AV LÄRARNAS UPPFATTNING OM SYFTE OCH MÅL.....	142
AVSLUTANDE KOMMENTAR	149
BILAGOR.....	167

Inledning

På senare år har flera studier och rapporter visat på en nedåtgående trend vad gäller elevers kunskaper och intresse för naturvetenskap. Det finns mycket Na- didaktisk forskning om framgångsrik undervisning, men fortfarande syns inte mycket av detta i skolornas klassrum. Detta gap mellan teori och praktik är en viktig aspekt när det gäller förändringar av naturvetenskaplig undervisning (Abell & Lederman, 2007; McGoey & Ross, 1999; Rocard, 2007). McGoey och Ross (1999) menar att man genom att se på gapet från lärarnas perspektiv lättare kan bygga en bro mellan teori och praktik. Samarbete mellan forskare och lärare skulle kunna ge ett meningsfullt utbyte anser de.

Jag har sedan femton år tillbaka arbetat som lärare på en högstadieskola och undervisat i de naturorienterande ämnena, teknik och matematik. En önskan om att förändra traditionell undervisning i de naturvetenskapliga ämnena har varit en drivkraft hos mig sedan jag tog lärarexamen. Mitt examensarbete handlade om elevinflytande och i det sammanhanget stötte jag på *Project for Enhancing Effective Learning* (PEEL). PEEL är ett projekt som startades 1985 vid Laverton High School i Australien av John Baird och Ian Mitchell. Avsikten med projektet var att både lärare och elever skulle utveckla sitt lärande. För att förbättra sin undervisning arbetade lärarna tillsammans med externa konsulter (Baird & Mitchell, 1987). Projektet fick många framgångar och utvidgades till andra skolor även internationellt (Baird & Northfield, 1995). I Sverige fick det namnet *Projekt för Lärande under Ansvar* (PLAN).

Examensarbetet inspirerade mig att undervisa på ett sätt så att eleverna blev aktiva i sitt lärande. Jag fick också inspiration att arbeta med en lärandecykel. Denna arbetsmodell stötte generellt på motstånd från kollegor på skolan, då den var annorlunda än rådande tradition. Som tur var hamnade jag i ett arbetslag som var särskilt intresserat av elevaktivt lärande. Där fick jag stöd att fortsätta arbeta på det sätt jag trodde på. När jag, via deltagande i olika projekt, kom i kontakt med Högskolan i Kristianstad, fick jag upp ögonen för forskningens betydelse för undervisningen i klassrummen. *Lesson study* och framför allt *Learning study* (Runesson, 2011) läste jag om på en lärarlyftskurs. Vi gjorde en liten *Learning study* och jag blev mycket inspirerad av sättet att gå in på djupet och analysera min undervisning tillsammans med andra. När jag blev antagen till forskarskolan ville jag undersöka hur forskningens resultat skulle kunna nå fram till lärare och deras undervisning. Jag ville ge en bild utifrån lärarens perspektiv, om hur läraren uppfattar förändringar av den pedagogiska verksamheten.

Syfte och forskningsfrågor

Denna studie har inriktats på att utveckla vägar för överbryggande av gapet mellan forskningsresultat och praktik inom naturvetenskaplig undervisning. Två lärare har studerats när de deltog i en pilot för en kompetensutvecklingsinsats (KI). Studien syftar till att beskriva förutsättningarna för framgångsrikt genomförande av kompetensutveckling för lärare, avseende *inquiry*-undervisning. Detta görs utifrån analys och diskussion av en longitudinell studie som genomförts under knappt två år. Två lärares uppfattningar om *inquiry*-undervisning kopplat till deras egna syften, mål och tankar om *Nature of Science* (NOS) samt till elevers lärande om naturvetenskap har studerats. De forskningsfrågor som formulerats är:

- Hur kan relationen mellan lärarnas uppfattningar om inquiry-undervisning och deras uppfattningar om NOS beskrivas?
- Vilka möjligheter och hinder för inquiry-undervisning framträder?
- Hur förändrades lärarnas uppfattningar om syfte och mål med den egna undervisningen under studien?

Uppsatsens disposition

I teoridelen kommer jag först diskutera vad naturvetenskaplig allmänbildning innebär och vilken betydelse NOS har i detta sammanhang. Jag lyfter också fram hur de svenska styrdokumenterna beskriver arbetet med naturvetenskap. Eftersom jag i min studie undersöker lärares uppfattningar, innehåller teoridelen även olika aspekter av lärares kunskaper och uppfattningar samt vilken betydelse de har både vad det gäller undervisning och lärande. Jag beskriver även hur kompetensutvecklingsprojekt inriktade mot inquiry kan vara till stöd för undervisningsutveckling.

Därefter presenteras metod och genomförande innan jag i resultatdelen beskriver lärarnas uppfattningar om inquiry-undervisningen utifrån olika teman. Vidare kommer resultatdelen innefatta en beskrivning av lärarnas uppfattningar om sin egen utveckling. Resultatet diskuteras sedan i ljuset av tidigare forskning och använda metoder. Diskussionerna kommer även att föras utifrån studiens forskningsfrågor. Avslutningsvis diskuteras implikationer och förslag till vidare forskning.

Undervisa naturvetenskap

Naturvetenskaplig allmänbildning

Vad säger forskningen inom naturvetenskapernas didaktik (Na-didaktik) om framgångsrik undervisning? En viktig del handlar om lärarens uppfattning om avsikterna med undervisningen. *Naturvetenskaplig allmänbildning* är ett uttryck som används för att beskriva vilka kunskaper elever behöver. Sjøberg (2005) reflekterar över naturvetenskaplig allmänbildning och ställer sig frågan varför alla ska studera naturvetenskapliga ämnen. Enligt Sjøberg (2005, s.157-159) kan man urskilja tre aspekter.

- Naturvetenskap som *produkt*, det vi vet om naturen. Ur den aspekten är vetenskapen det som står nedtecknat i böcker.
- Naturvetenskap som *process*. Naturvetenskapen ger inte bara svar på frågor, utan den har också en andra viktiga funktioner, t. ex. att finna effektiva vägar att lösa nya uppgifter på. Denna aspekt uppfattas som att naturvetenskap är något man gör, metoderna är viktiga.
- Naturvetenskap som en *social institution*, som en del av samhället. Med denna aspekt avses inte i första hand kunskaper i naturvetenskapliga ämnen utan snarare kunskaper om naturvetenskapliga ämnen.

Roberts (2007) diskuterar naturvetenskaplig allmänbildning i termer av visioner. Vision I innefattar synsättet att elever med goda begreppsliga och metodiska kunskaper blir förmögna att hantera också komplexa problem framgångsrikt och per automatik. Enligt vision II bör naturvetenskap undervisas genom att eleverna

arbetar med komplexa problem. Han menar att man genom att lösa problem uppnår målen för naturvetenskaplig allmänbildning. Undervisning utifrån vision II tar avstamp i en situation där det råder en konflikt mellan olika intressen och där det inte finns ett givet svar endast utifrån fakta. Roberts anser att det är av betydelse att man har en balans mellan vision I och vision II.

Wickman och Persson (2009) anser att naturvetenskapen inte kan avgränsas bara till de säkra resultat som den har uppnått och den samlade kunskap som finns i läroböckerna – trots att ämnet för naturvetenskapen är naturen och den materiella världen. De menar att naturvetenskapen aldrig kan lösgöras från det faktum att det är människor som bestämmer vad som är kunskap. Människor måste samtidigt även avgöra om kunskapen har något värde. Att lära sig naturvetenskap är därför inte bara att lära sig de fakta som står i böcker. Det handlar även om att förstå vad man inom naturvetenskapen kan säga med säkerhet, hur bra man kan säga det och vad som kännetecknar olika naturvetenskapliga metoder (Wickman & Persson, 2009). Wickman och Persson (2009) refererar till Fensham (1988) som har beskrivit två övergripande mål för naturvetenskapen i skolan. Dessa mål benämns *introduction into science* respektive *learning from science*, vilka har översatts till ”*introduktion till naturvetenskap*” respektive ”*lära av naturvetenskap*”. Introduktion till naturvetenskap är framför allt akademiskt inriktat mot att elever ska lära sig sådant som förbereder dem för vidare naturvetenskapliga studier. Lära av naturvetenskap är en mer allmänbildande naturvetenskap som har nutidsorienterande syften. Denna kunskap skall kunna användas i vardagen. Wickman & Persson (2009) menar att den svenska skolan ska vara allmänbildande och det är mot bakgrund av detta som skolans styrdokument ska läsas, även för de naturorienterande ämnena. Som lärare måste man också kunna förstå

hur naturvetenskapliga kunskaper på olika sätt blir användbara och berör elevernas liv och gemensamma frågor i samhället (Wickman & Persson, 2009). I denna allmänbildande mening omfattar naturvetenskaplig kunskap inte bara naturvetenskapliga begrepp som atom, kraft och fotosyntes, det handlar även om förmågan att använda vetenskapens metoder och argumentationsteknik. Kännedom om hur säkra naturvetenskapliga kunskaper är i olika sammanhang är en annan aspekt, samt att kunna delta i samtal med andra – att kunna skriva och läsa naturvetenskap. I denna kontext nämner Wickman och Persson (2009) även betydelsen av att kunna delta i samhällsbeslut och att själv kunna argumentera, beskriva, förklara och förutsäga i naturvetenskapliga sammanhang.

Flera forskare är överens om att många lärare är fast i en kulturell myt som handlar om en lojalitet mot det akademiska samhället (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Allchin, 2003; Davis, 2003; Duschl, 1988). Denna ”traditionella” inriktning ger upphov till en syn på undervisning som överföring av etablerad kunskap, för att på så vis övertyga eleverna om riktigheten av en vetenskaplig världsbild, genomsyrd av positivism och realism (Bartholomew, Osborne, & Ratcliffe, 2004; Osborne, Duschl, & Fairbrother, 2003). Denna traditionella syn på naturvetenskaplig kunskap har kritiserats för sin brist på relevans för det vardagliga livet (Osborne & Collins, 2000; Osborne et al., 2003). Aikenhead (2006) förespråkar ett humanistiskt förhållningssätt till vetenskapen. Han intar ett *science-technology-society*-perspektiv (STS) och lyfter fram betydelsen av att *lära sig att lära* naturvetenskap. Han menar även att lärandet bör äga rum i ett relevant sammanhang.

Freilindich (1998) menar att prioriteringen inom traditionell naturvetenskaplig undervisning har varit att eleverna ska utbildas till en bred och djup naturvetenskaplig kunskap. Detta ställer stora krav på eleverna och passar bara ett fåtal. Han menar att visionen om att skapa naturvetenskapligt allmänbildade medborgare inte kan åstadkommas utan att göra naturvetenskapen mer tillgänglig för fler elever.

Min uppfattning är därför att undervisning i naturvetenskap bör ge tillfälle för elever att reflektera över hur naturvetenskaplig kunskap skapas. Undervisning i naturvetenskap är inte det enda viktiga, en undervisning om naturvetenskap öppnar upp för fler vägar till relevanta och meningsfulla sammanhang för eleverna. Därför tycker jag att det är viktigt att det finns en balans mellan att undervisa i och om naturvetenskap. Balansen mellan Roberts (2007) visioner I och II är exempel på att man kan få förståelse för naturvetenskapens begrepp genom att arbeta med problem eller vardagsanknutna frågeställningar. I mitt tycke bör lärare utifrån detta reflektera över vad de vill att eleverna ska lära sig, samt över hur de själva ser på naturvetenskaplig allmänbildning. Inquiry-undervisning är inte den enda lösningen, men det är ett sätt att konkretisera en undervisning som tydligare öppnar upp för naturvetenskapens olika verksamheter, där elever kan ges tillfälle att på ett undersökande sätt arbeta med mer eller mindre öppna problem och vardagsanknutna frågeställningar.

Naturvetenskapens karaktär, *Nature of Science* (NOS).

Nature of Science (NOS) avser naturvetenskapens epistemologi eller kunskapsbildning, men syftar också på betydelsen av de värderingar och uppfattningar

som är länkade till naturvetenskaplig kunskap och dess utveckling (Lederman, 1992). Jag väljer att redogöra för olika aspekter av naturvetenskapens karaktär som Abd-El-Khalick, Lederman, Bell, och Schwartz (2001) presenterar dem. De redogör för olika aspekter av NOS och naturvetenskaplig kunskap utifrån vad elever bör veta. I min studie blir aspekterna även intressanta för vad en lärare bör veta för att genomföra undervisning på ett framgångsrikt sätt. Tanken med att dela upp i aspekter är inte för att dessa ska fungera som punkter i en checklista, utan syftar mer på att synliggöra aspekterna i sig. Synen på dessa är inom forskningen inte odelat positiv. Exempel är (Allchin, 2012; Osborne et al., 2003) som anser att NOS-aspekterna inte ger en korrekt bild av naturvetenskapens karaktär. Kritiken handlar även om det negativa i att se aspekterna som punkter i en checklista, se nedan.

- Elever/lärare bör förstå att det finns en avgörande skillnad mellan en observation och en slutsats. Observationer är beskrivande uttalanden som är direkt tillgängliga för sinnena, eller vid förlängningar av sinnena. Flera observatörer kan med relativ lätthet nå samförstånd. Slutsatser å andra sidan går bortom sinnena. En forskare kan använda sig av modeller eller mekanismer som förklarar observationer av komplexa fenomen.
- Elever/lärare bör förstå att det finns en avgörande skillnad mellan naturvetenskapliga lagar och teorier. En vanlig missuppfattning är att se hierarkiskt på detta förhållande, där teorier blir lagar om det finns tillräckligt med underlag. Lagar och teorier är olika typer av kunskap. Lagar är uttalanden eller beskrivningar av observerbara fenomen. Teorier däremot är förklaringar utifrån slutsatser om observerbara fenomen.

- Elever/lärare bör förstå att även om naturvetenskaplig kunskap härrör från observationer av verkligheten handlar det ändå om människors fantasi och kreativitet. Det innebär att se på vetenskapliga begrepp som till exempel atomer och svarta hål som funktionella teoretiska modeller i stället för trogna kopior av verkligheten.
- Elever/lärare bör förstå att vetenskaplig kunskap är subjektiv. Forskarnas teoretiska utgångspunkter, uppfattningar, tidigare kunskaper, utbildning, erfarenheter och förväntningar påverkar deras arbete. Dessa faktorer påverkar vad forskarna väljer att undersöka, hur de designar sina undersökningar, vad de observerar och inte observerar, hur de förstår och förklarar det de ser.
- Elever/lärare bör förstå att vetenskap är en mänsklig verksamhet som praktiseras i ett större kulturellt sammanhang och att forskarna är en produkt av den kulturen. Vetenskapen påverkas av sociala nätverk, maktstrukturer, politik, socioekonomiska faktorer, filosofi och religion.
- Elever/lärare bör förstå att naturvetenskaplig kunskap aldrig är absolut och att säkerheten varierar. Teorier och lagar är i varierande grad hypotetiska och under förändring. Vetenskapliga påståenden ändras genom att teorier och teknik utvecklas, och att nya bevis dyker upp med hjälp av dessa. (Abd-El-Khalick et al., 2001)

Turner och Sullenger (1999) fastslog att en naturvetenskaplig allmänbildning inte kan uppnås utan en förståelse av NOS. Förutom att rekommendera inquiry som den primära strategin för att undervisa i naturvetenskap betonar utvecklare av det senaste reformarbetet inom undervisning i USA också starkt att lärare bör utveckla en god förståelse av NOS (NRC, 1996; NSTA, 2003).

I USA har det genomförts ett antal reformer inom utbildning i naturvetenskap som starkt har betonat att en förståelse av NOS är en viktig komponent för att uppnå naturvetenskaplig allmänbildning (AAAS, 1994; NRC, 1996, 2000). Bybee, Carlson-Powell, och Trowbridge (2008) beskriver detta utförligare. De anser att naturvetenskaplig allmänbildning innefattar en naturvetenskaplig världsbild, relationen mellan naturvetenskap och samhälle och vetenskaplig undersökning. En naturvetenskapligt allmänbildad person förväntas alltså ha en naturvetenskaplig världsbild som stämmer överens med den allmänt accepterade naturvetenskapliga kunskapen.

Project 2061 (AAAS, 1994) är ett initiativ för långsiktig forskning och utveckling, som fokuserar på att förbättra naturvetenskaplig utbildning. Avsikten är att alla amerikaner ska utveckla kunskaper i naturvetenskap, matematik och teknik. I denna rapport kan man läsa att NOS består av en naturvetenskaplig världsbild, vetenskapliga undersökningar och den vetenskapliga verksamheten.

Naturvetenskapens arbetssätt, *Nature of Scientific Inquiry* (NOSI).

NOS och NOSI liknar varandra i flera avseenden. Skillnaden är att NOS beskriver karaktären av naturvetenskapen, medan NOSI går in i forskarens roll och strategier för att bedriva forskning. NOSI avser de olika sätt som forskare studerar naturen på och föreslår förklaringar som baseras på evidens som härrör från deras arbete.

Schwartz, Lederman, och Lederman (2008) har genom att studera flera beskrivningar av naturvetenskapens arbetssätt formulerat ett ramverk som ligger till

grund för deras utarbetande av aspekter för NOSI som även passar för naturvetenskaplig undervisning. Aspekterna stämmer överens med de aspekter som Joseph Schwab beskrev för över 50 år sen (Schwab & Brandwein, 1962). Dessa aspekter innefattar:

- Naturvetenskapliga frågeställningar är vägledande för undersökningar. Innan hypoteser ställs eller man funderar på vilken information som krävs för att få förståelse, måste forskare ställa frågor.
- Det finns flera olika metoder för naturvetenskapliga undersökningar. Det finns inte endast en metod, *den naturvetenskapliga metoden*, som alla forskare måste följa när de skapar fullvärdig kunskap. Forskare kan följa olika vägar för att svara på samma frågeställning.
- Det finns flera olika avsikter med naturvetenskapliga undersökningar. Varför forskare väljer att undersöka vissa frågor kan kopplas samman med nyfikenhet, social påverkan, ekonomi, praktiska förutsättningar eller av en mängd andra anledningar.
- Rättfärdigande av naturvetenskaplig kunskap. Processen att förhandla om mening och nå samförstånd innefattar att bygga upp bevis för påståenden.
- Att erkänna och hantera avvikande data. Det finns olika sätt att hantera avvikande data, som att avvisa, ignorera, inkludera utan att förklara, avvakta, acceptera och förändra teorin, tolkande av data eller betrakta den som ett tillägg till teorin.
- Det finns en åtskillnad mellan data och bevis. Bevis är en produkt av dataanalys och tolkning. Bevis är direkt kopplade till en frågeställning och ett påstående.
- Betydelse av forskningssamhället. Kommunikation och kritik påverkar vad och hur forskningen utvecklas.

Dessa aspekter ligger till grund för ett instrument att mäta olika uppfattningar om naturvetenskapens arbetssätt, *The VOSI Questionnaire* (Schwartz et al., 2008), se metodkapitlet.

Att undervisa i naturvetenskap genom inquiry

Utifrån de ovan nämnda aspekterna följer en beskrivning av inquiry som undervisningsstrategi för naturvetenskap, utveckla naturvetenskaplig allmänbildning och kunskaper om NOS. Teorier om inquiry som ett sätt att undervisa kommer ursprungligen från hur kunskap byggs upp av verksamma forskare.

Grundtanken med inquiry som ett sätt att undervisa är att elever arbetar utifrån ett aktivt frågeställande och med hjälp av undersökningar. På så sätt kan en ökad förståelse för NOS och NOSI utvecklas. En viktig aspekt i detta sammanhang är elevernas förståelse för att naturvetenskapliga teorier är mänskliga konstruktioner. NRC (1996, 2000) uttrycker i sina rekommendationer att de vill se inquiry som en central undervisningsstrategi. I en rapport från Europeiska Kommissionen (EC) (Rocard, 2007), presenteras rekommendationer med åtgärder för att främja inquiry-undervisning. Rocard (2007) understryker behovet av att förankra dessa idéer hos lärare, för att tydligare träda fram i deras undervisning. Inquiry-lärande har en betydande roll i inquiry-undervisning. Inte minst handlar det om ett kritiskt och reflekterande lärande för att göra den naturvetenskapliga undervisningen meningsfull för eleverna.

Inquiry-undervisning

Begreppet inquiry-baserad undervisning (här inquiry-undervisning) formulerades av Joseph Schwab (Schwab & Brandwein, 1962) redan under 1960-talet. Schwab protesterade mot att undervisningen i naturvetenskap handlade om att man enbart presenterade känd fakta. Han kallade det för *rhetoric of conclusions*. Schwab föreställde sig i stället en läroplan som underströk att naturvetenskaplig

kunskap byggs upp av verksamma forskare, undersökningar och ett aktivt ställande av frågor.

Driver, Newton, och Osborne (2000) var också inne på att en naturvetenskaplig undervisning bör utmärkas av att den innehåller undersökande och resonerande processer. De ansåg att man måste överväga syftet med varför experimentet ska utföras. Eleverna bör reflektera över hur de ska gå till väga för att svara på en fråga. De menade även att eleverna bör kunna planera för en lämplig undersökningsmetod som kan ge tillförlitlig data. De måste även få tillfälle att göra alternativa tolkningar av insamlad data. Driver et al. (2000) menade att detta ger eleverna möjlighet att inse att naturvetenskapliga teorier är mänskliga konstruktioner. Det är viktigt att komma till insikt om att man inte kan generera en teori eller slutsats bara genom att observera data.

En omfattande rapport av Welch, Klopfer, Aikenhead, och Robinson (1981) som behandlar effekten av inquiry-baserade kursplaner från 1970-talet visade att inquiry-undervisning trots tio år av utveckling och lärarutbildning låg under en önskad nivå med hänseende till kvantitet och kvalitet. En orsak som betonades var att de inquiry-baserade läroplanerna från 1970-talet i hög grad hade utformats av forskare som var inriktade på intellektuell exakthet och struktur. Welch et al. (1981) angav att lärare upplevde att dessa läroplaner inte engagerade eller tillgodosåg behoven hos merparten av sina elever.

Inquiry är ett begrepp som använts inom Na-didaktisk forskning i flera år. Det har också tolkats på olika sätt. Abd-El-Khalick et al. (2004) har gjort en sam-

manställning av internationella tolkningar och användningar av begreppet inquiry. De fann ett spann av förställningar om inquiry. Abd-El-Khalck et al. anser att en beskrivning av inquiry skulle underlätta kommunikationen mellan olika aktörer i klassrummen. Ett förslag är att se inquiry utifrån fyra dimensioner:

- Olika typer av kunskap, som begreppsmässig, problemlösande, social och epistemisk.
- Inquiry-relaterade aktiviteter, som problemformulering, design av undersökningar, samla in eller komma åt data, skapa och förfina modeller och förklaringar, kommunicera och argumentera för påståenden, reflektera och utveckla frågor och lösningar.
- Färdigheter, som matematisk, språklig, kognitiv och metakognitiv.
- Andra områden, som personliga, sociala, kulturella och etiska.

Enligt Duschl (1990) har vår förståelse av naturvetenskapens arbetssätt, inquiry, förändrats radikalt sen 1950- och 1960-talet. Det handlar inte bara om att värdesätta *hands-on* (praktiska) aktiviteter, Duschl (1990) hävdar att det finns ett behov av att utbilda elever om hur vi kan veta och varför vi tror på naturvetenskapen, det kan ske till exempel genom att exponera naturvetenskap som ett sätt att veta.

Anderson (2002) menar att inquiry har olika innebörd för olika personer. Enligt honom har Na-didaktiker under senare år definierat inquiry-undervisning med hjälp av en kombination av följande aspekter:

- Formulera frågor (Keys & Bryan, 2001; van Zee, Iwasyk, Kurose, Simpson, & Wild, 2001)

- Designa experiment (Shimoda, White, & Frederiksen, 2002; Yerrick, 2000)
- Förutsäga resultat (Songer, Lee, & Kam, 2002)
- Samla information eller data (Byers & Fitzgerald, 2002)
- Analysera data (Donaldson & Odom, 2001)
- Omvandla kunskap (Bybee, 1997; Hamm & Adams, 2002)
- Praktiska aktiviteter som engagerar (Crawford, 2000; Gibson & Chase, 2002)
- Kommunicera naturvetenskapliga argument (Bybee, 1997)
- Processen att upptäcka (Schwab & Brandwein, 1962)
- Fattar beslut om åtgärder (Hmelo-Silver, Nagarajan, & Day, 2002)
- Äkta vetenskaplig praxis (Cartier & Stewart, 2000; Edelson, 2001)

Anderson (2002) menar att för många av dessa citerade Na-didaktiker innebär lärandet av naturvetenskap inte bara att lära sig naturvetenskapliga begrepp. Anderson menar att det även handlar om en förståelse för processen hos naturvetenskapliga undersökningar..

NRC:s rekommendationer är att inquiry ska innebära identifiering av antaganden, användning av kritiskt och logiskt tänkande och övervägande av alternativa förklaringar.

Att definiera inquiry som ett sätt att lära och som ett sätt att undervisa, har fått mycket uppmärksamhet inom Na-didaktisk forskning (Anderson, 2002; Bybee, 1997; Crawford, 2007; Keys & Bryan, 2001; Minstrell & Van Zee, 2000; NRC, 1996, 2000; Schwab & Brandwein, 1962; Shimoda et al., 2002; Yerrick, 2000).

NRC (NRC, 1996, 2000) representerar nuvarande konsensus vad det gäller inquiry-undervisning (se nedan om Europa och Sverige) inom fältet för Na-didaktisk forskning. De efterlyser inquiry som central *strategy for teaching science* (NRC, 1996, s. 31), men anser inte att alla lärare bör undervisa i naturvetenskap på samma sätt. En central strategi, menar de, är att utgå från frågor som framkommit genom elevernas egna erfarenheter. De använder en bred, processinriktad definition av inquiry-undervisning som ger inquiry-lärande en betydande roll. Undervisningen avser en verksamhet där elever utvecklar kunskaper och uppfattningar om vetenskapliga idéer, samt en förståelse för hur forskare studerar den naturliga världen. I dessa rekommendationer utgår man inte från att all inquiry behöver innebära samma sak. Det finns en nivåskillnad angående lära-rens agerande, hur öppna frågeställningarna är, hur handledningen genomförs och hur stora möjligheter man har för olika aktiviteter.

NRC (1996, 2000) pekar på fem kännetecken för naturvetenskapliga undersökningar. De innefattar aspekter som:

- identifierande och ställande av frågor,
- design och genomförande av undersökningar,
- analys av data och bevis,
- användandet av modeller och förklaringar,
- kommunicerande av resultat.

Vidare förklarar de att kunskaper om naturvetenskapens arbetssätt också innefattar kunskaper om hur forskare bedriver sitt arbete samt att dessa kunskaper täcker in begrepp som kan relateras till naturvetenskapens karaktär. Enligt NRC (1996, 2000) finns flera exempel på inquiry-undervisning, men det ges inga direkta föreskrifter för hur den ska genomföras i klassrummet. Lärare ges stor frihet att skapa egna modeller av inquiry som passar deras lokala klassrumssituationer. Det finns således utrymme för ett samspel mellan olika modeller (NRC, 1996, 2000).

Även i *Next Generation Science Standards* (NGSS) (NRC, 2013) nämns inquiry. Enligt detta dokument är avsikten med inquiry att bättre kunna förklara och utvidga betydelsen av naturvetenskapens arbetssätt. Det görs en jämförelse mellan ingenjörarbete och inquiry. Enligt NRC (2013) finns det många likheter mellan ingenjörarbete och inquiry, men även en tydlig skillnad. Skillnaden handlar om att det vetenskapliga arbetssättet innebär att formulera frågor som besvaras med undersökningar. Ingenjörarbetet innebär å andra sidan formulerande av problem som kan lösas genom design. Med NGSS vill man genom att stärka de tekniska aspekterna, som framför allt handlar om problemlösning, ge naturvetenskap, teknik, ingenjörarbete och matematik (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM)) ökad relevans i elevens vardag.

I Rocard-rapporten (Rocard, 2007), används *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) som definition av inquiry-undervisning. IBSE uttrycker inquiry-lärande utifrån fem kännetecken, se ovan, som härrör från ett uppföljningsdokument till NRC (1996), *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC,

2000), och Bybee (2000) som utvecklat ett ramverk för att undervisa i naturvetenskap. I rapporten beskrivs IBSE som effektiv för att öka elevers intresse och kunskaper, men också för att stimulera lärarnas motivation. Det görs en jämförelse mellan traditionell undervisning som benämns deduktiv och IBSE, som har mer induktiv karaktär. Det påpekas att de båda metoderna bör kombineras i klassrummet. Europeiska Kommissionen (EC) har finansierat flera olika projekt med avsikt att i ett större perspektiv stödja lärare vid inquiry-undervisning, t ex. Pollen, Profiles, CoReflect, SAILS (se scientix.eu för vidare detaljer och för andra EC-finansierade projekt).

Colburn (1996) har identifierat olika praktiska verksamheter i klassrummen. Han beskriver dem utifrån olika nivåer av undersökande arbetssätt, från en enklare till en mer komplicerad, och benämner dem som strukturerade, vägledande eller öppna. Vid det strukturerade undersökande arbetssättet får eleverna ett givet problem att lösa som innebär att de har en procedur att följa. De får ett tillhörande material och förväntas att hitta det rätta svaret. Även vid ett vägledande undersökande arbetssätt får eleverna ett problem att lösa. Men här måste eleverna själva avgöra viken metod de vill använda sig av för att lösa problemet. Vid det öppna undersökande arbetssättet får eleverna möjlighet att formulera egna frågor och designa egna undersökningar. Det öppna undersökande arbetssättet är det sätt som mest liknar hur forskare arbetar. Keys och Bryan (2001) anser också att inquiry inte är kopplat till någon särskild lärandeteori. Den kan innebära en kombination av olika teorier om undervisning och lärande som till exempel *Conceptual change*, *zone of proximal development* (ZPD) eller variationsteori. De anser också att det är önskvärt med olika modeller för inquiry-undervisning, eftersom det innebär att man ger en tydligare bild av meningsfullt lärande genom olika

situationer. Med flera modeller av inquiry-undervisning och -lärande, menar Keys & Bryan att man uppmanar lärare att engagera sig och delta i inquiry på ett sätt som passar deras egna värderingar och undervisningsstilar. Duschl (1994) har också en liknande åsikt. Han menar att eftersom det inte finns ett rätt sätt definiera inquiry, så finns det inte heller ett rätt sätt att undervisa inquiry på.

Wallace och Kang (2004) har i sin studie kommit fram till att inquiry-undervisning kan vara mycket framgångsrik. De såg att NO-lärare som har för avsikt att främja inquiry använder sig av intressanta frågeställningar som eleverna får svara på. Antingen handlar det om att de presenterar intressanta frågor eller att de uppmuntrar eleverna att själva ställa egna frågor.

Möjligheter och hinder för utveckling av inquiry-undervisning avslutar detta kapitlet.

Inquiry-lärande

Crawford (2007) beskriver betydelsen av inquiry-undervisning utifrån elevers lärande. Hon menar att den handlar om ett lärande där elever får möjlighet att få upp ögonen för de olika sätt som forskare bedriver sitt arbete på och att de ska få förståelse betydelsen av observationer. De kan utveckla förmåga att ställa undersökningsbara frågor, ställa hypoteser, använda olika former av data för att leta efter mönster. Vidare kan de lära sig olika sätt att bekräfta eller avslå hypoteser, bygga upp eller försvara en modell eller ett argument. Det handlar också om att utveckla en förståelse för NOS, t.ex. att kunna överväga alternativa förklaringar, få förståelse för att vetenskapen, inklusive de mänskliga aspekterna av

vetenskapen (som subjektivitet och samhällets påverkan), är preliminära (Crawford, 2007).

Inquiry-lärande syftar på en mental process som kräver aktiv medverkan av eleven. Atar (2007) beskriver också inquiry-lärande som ett lärande där innebörden är konstruerande genom personlig erfarenhet. Inquiry-lärande kan definieras som ett kritiskt och reflekterande lärande eftersom det krävs att individerna ständigt ifrågasätter sin kunskap, metoder och erfarenheter (Windschitl, 2003).

Inquiry-lärande kräver en förståelse för de viktigaste begreppen och principerna som styr elevernas undersökningar. Fokus för inquiry-lärande är inte att hitta de rätta svaren, utan snarare att söka lämpliga lösningar på sina frågor. Det finns dock Na-didaktisk litteratur som beskriver inquiry-lärande som att det handlar om praktiska aktiviteter. Tyvärr missuppfattas detta ibland av NO-lärare som tror att inquiry bara handlar om praktiska aktiviteter – *doing science*. De utsätter sina elever för många praktiska aktiviteter och tror att det är inquiry-undervisning. Moscovici (1999) kallar detta för aktivitetsmani, *activity mania*.

Anderson (2002) beskriver hur *National Science Education Standards* (NRC, 1996, 2000) ser på inquiry-lärande. Inquiry-lärande presenteras som en aktiv lärandeprocess som innebär något eleverna gör, inte något som görs för dem. I NRC (NRC, 1996, 2000) ses tydliga samband mellan inquiry-lärande och naturvetenskapens arbetssätt. De anser att inquiry-lärande återspeglar karaktären av en naturvetenskaplig undersökning. Andersson (2002) menar att inquiry-undervisning bygger på en grund för inquiry-lärande som är knuten till naturvetenskapliga undersökningar. Han anser även att det är viktigt att man ser det som något som hänger samman med lärandeteorier. Enligt Anderson (Anderson,

2002) kan inquiry-lärande, precis som ett konstruktivistiskt sätt att se på lärande, beskrivas utifrån följande beståndsdelar:

- Lärande är en aktiv process hos den enskilda individen som sker när denne skapar meningsfullheter. Betydelsefull förståelse är inget som bara tas emot.
- De meningsfullheter som varje individ konstruerar är beroende av dennes tidigare uppfattningar. I processen ändras dessa uppfattningar.
- De meningsfullheter som varje individ utvecklar är beroende av det sammanhang där dessa betydelser är inbegripna. Ju rikligare och mer varierade dessa sammanhang är, desto rikligare blir den förvärvade uppfattningen.
- Meningsfullheter är socialt konstruerade. Förståelse skapas genom kommunikation med andra människor.

Lärarkunskap för inquiry-undervisning

Na-didaktisk kompetens för inquiry-undervisning

Det finns mycket forskning som beskriver hur komplicerad lärares inneboende kunskap om undervisning och sitt eget lärande är (Loughran, Berry, Mulhall, & Woolnough, 2006; Nilsson, 2008; Nilsson & Loughran, 2012; Van Driel, Beijaard, & Verloop, 2001; Van Driel & Berry, 2012). Shulman (1986) ansåg att lärare behöver ha en speciell typ av kunskap, *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), om hur man undervisar ett speciellt ämnesinnehåll. Han menar att PCK-kunskaper medger möjligheter att kunna bearbeta och belysa ett ämnesinnehåll man själv förstår på nya sätt så att eleverna kan förstå det. En annan viktig aspekt av PCK är enligt Park och Oliver (2008) lärarens förmåga att hjälpa elever att förstå ett speciellt ämne, samtidigt som hon arbetar i en skolmiljö med dess kulturella och sociala begränsningar. Magnusson, Krajcik, och Borko (2002) definierar PCK utifrån fem komponenter: (1) inriktningen på undervisningen i naturvetenskap, som också handlar om lärarens mål och metoder för att undervisa; (2) kunskap om läroplanens mål med undervisningen; (3) kunskap om vad som ska bedömas och hur bedömningen ska gå till; (4) kunskap om strategier för undervisningen, vilket inkluderar representationer, aktiviteter och metoder; (5) kunskap om elevernas naturvetenskapliga förståelse avseende vardagsföreställningar och uppfattningar om vad de upplever som svåra områden.

Espinosa-Bueno, Lebastida-Pina, Padilla-Martinez, och Garritz (2011) har utvecklat ett instrument för att mäta lärares *Pedagogical Inquiry/Content Knowledge* (PICK). För att definiera inquiry-undervisningen byggde de upp en uppsättning aktiviteter som denna undervisning kan kopplas till. De definierade

alltså syftet med klassrumsundervisningen. Detta mynnade ut i sju inquiry-aktiviteter:

- Identifiera och överväg frågor som kan besvaras med inquiry, ett undersökande arbetssätt.
- Definiera noggrant och analysera frågan som ska lösas. Identifiera dess relevanta aspekter.
- Samla information från litteratur som kan användas som bevis.
- Formulera förklaringar till frågan utifrån bevis.
- Fundera över vardagliga problem och visa fram relevanta historiska aspekter.
- Designa och utför vetenskapliga undersökningar genom speciella procedurer.
- Kommunicera utifrån argumentation vad du har kommit fram till genom inquiry, det undersökande arbetssättet.

Espinosa-Bueno et al. (2011) kombinerade dessa aktiviteter, som benämns *Inquiry Content Representation*, med de frågor angående PCK som Loughran, Mulhall, och Berry (2004) utformat. De fem frågorna lärarna i deras studie svarade på var:

- Varför anser du det vara av betydelse att elever arbetar med dessa aktiviteter?
- Vad finns det för svårigheter eller begränsningar med att undervisa dessa aktiviteter?
- Vad finns det för svårigheter eller begränsningar angående elevers lärande av dessa aktiviteter?

- Vilka exempel på undervisningsprocedurer använder du för att engagera elever i dessa aktiviteter?
- Hur får du syn på elevers förståelse eller förvirring angående dessa aktiviteter?

Espinosa-Bueno et al. (2011) kom fram till att lärares Na-didaktiska kompetens (PCK) innefattar tre olika aspekter. En aspekt handlade om lärarens förhållningssätt till betydelsen av inquiry. Exempel på detta är lärare som ansåg det viktigt att naturvetenskapen kommer närmare eleverna. Dessa lärare ansåg det värdefullt att lärare utvecklar ett naturvetenskapligt sätt att tänka. Lärare med detta förhållningssätt använde sig av öppna inquiry-aktiviteter och eleverna utvecklade förmågor att tänka logiskt och rationellt. En annan aspekt handlade om hur lärare utmanar elever att formulera egna frågor. Lärarna använde inquiry för att förändra elevernas sätt att tänka i huvudsak genom att ställa frågor. Undervisningen utvecklades så att eleverna tänkte mer som vetenskapsmän, framför allt förmågor som kritiskt tänkande skulle förbättras. Lärarna i Espinosa-Bueno et al. (2011) insåg betydelsen av att utgå från vardagliga och historiska aspekter. De menade att det var av betydelse för att undervisningen skulle vara meningsfull. En annan viktig funktion var att lärarna menade att naturvetenskapen härrör från historiska processer.

Ämneskompetens för inquiry-undervisning

Många inom Na-didaktisk forskning hävdar att undervisning av naturvetenskap genom inquiry kräver att lärare har utvecklat inquiry-förmågor och har en förståelse för inquiry-processen. De måste även ha goda kunskaper om ämnet inom det fält de ska undervisa (Blanchard, 2006; Bybee, 1997; Hart, 2002; Lee, Hart,

Cuevas, & Enders, 2004; Moscovici, 1999; Schwab & Brandwein, 1962; Shimoda et al., 2002; Stiles, Loucks-Horsley, Mundry, Hewson, & Love, 2009; Tobin, Tippins, & Gallard, 1994; Yerrick, 2000).

Lärarens roll är att erbjuda en miljö där eleverna kan agera ut rollen som forskare. Tyngdpunkten för undervisningen ligger mer på att ställa frågor än att svara på dem. Läraren ger sällan svar på frågor, men ställer en serie frågor som hjälper eleverna att upptäcka själva. Om lärare saknar de ämneskunskaper som krävs kommer de inte att kunna fungera som främjare för lärande. De kommer inte heller att kunna ge vägledning till elever för att fullfölja sina forskningsfrågor (Atar, 2007).

Smith och Neale (1989) och Lee et al. (2004) fastslår att NO-lärares ämneskunskap är en betydande faktor för hur lärare utvecklar sin undervisning. Deras uttalande tyder på att även om lärare har positiva attityder och uppfattningar om inquiry-undervisning så kommer de inte att kunna genomföra en sådan verksamhet om de saknar innehållsmässig kunskap om det ämne de undervisar.

Det krävs gedigna ämneskunskaper för att läraren skall kunna ge respons på elevers spontana frågor (Carlsen, 1993). Ämneskunskaperna behövs också för att läraren ska kunna känna igen bra frågor, relevanta variabler, adekvat data eller för att kunna hjälpa eleverna att få den bakgrundskunskap som krävs för att utveckla bra inquiry (Carlsen, 1993). Detta innebär att läraren måste förstå ämnet själv, men också att hon måste ha insikter i hur hon ska gå tillväga för att ge eleven förutsättningar att förstå det.

Som Radford (1998) i sin studie, kommer NO-lärare inte att vilja förändra sin undervisning såvida de inte har de nödvändiga kunskaperna och färdigheterna som krävs för att framgångsrikt genomföra förändringen.

NOS-kunskaper för inquiry-undervisning

NO-lärarens naturvetenskapliga allmänbildning och förståelse av NOS är avgörande för om undervisningen ger naturvetenskapligt allmänbildade elever (Bybee et al., 2008; Rosenthal, 1993). Bybee et al. och Rosenthal menar att man genom att involvera lärare i naturvetenskapliga undersökningar hjälper dem att utveckla önskad förståelse för NOS. Na-didaktisk forskning visar att NO-lärares agerande i klassrummet starkt påverkas av deras uppfattning av naturvetenskapens karaktär och naturvetenskap som ett ämne att undervisa om (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Lederman & Zeidler, 1987). Även Windschitl (2003) betonar förhållandet mellan lärares uppfattningar om NOS och NOSI och deras undervisning. Han fastställer att lärares uppfattningar och kunskap om inquiry kan avgöra lärares planering för inquiry-undervisning.

Flera forskare (Akerson, Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000; Bybee et al., 2008; Duschl & Wright, 1989; Eick, 2000; Keys & Bryan, 2001; Matson & Parsons, 2002; Moscovici, 1999; Rosenthal, 1993; Turner & Sullenger, 1999) har funnit att lärare har bristande kunskaper och erfarenheter om hur naturvetenskaplig kunskap skapas. De menar att detta sätter gränser för deras förmåga att planera och genomföra lektioner för att hjälpa elever att utveckla en bild av na-

turvetenskapen som sträcker sig utanför ramarna för den välbekanta faktakunskapen. Duschl (1990) hävdar att det finns två huvudsakliga metoder för att undervisa naturvetenskap. Den första metoden beskriver naturvetenskap som en process för att bekräfta redan etablerad kunskap, *vad vi vet*, och den andra ansatsen beskriver naturvetenskap som en process för att upptäcka kunskap, *hur vi kan veta*. Lärare med bristande kunskaper i NOS undervisar i större utsträckning efter att bekräfta etablerade kunskaper. Att ge en bild av naturvetenskapen som går utöver att se naturvetenskap som faktakunskaper kräver en förståelse av NOS. Duschl (1990) menar att uppfattningar om inquiry och viljan att undervisa inquiry-baserat kan vara relaterade till NO-lärares NOS kunskaper.

Trumbull, Scarano, och Bonney (2006) beskriver de skäl lärare anger för att inte genomföra inquiry-undervisning. Otillräckliga kunskaper om naturvetenskapliga undersökningar och att det är svårt att följa anvisningar är några av skälen. Lärares uppfattning om vad naturvetenskap är och hur den genomförs av forskare har alltså en inverkan på deras attityder i förhållande till naturvetenskapliga undersökningar. De betonar dessutom hur NO-lärares uppfattning och självförtroende angående olika aspekter av NOS påverkar deras sätt att undervisa.

Buaraphan (2010) har visat att för att NO-lärare ska omsätta kunskaper om NOS i sin undervisning, måste dessa sammanfalla med lärares egen uppfattning om hur man undervisar i naturvetenskap. Liu, Lee, och Linn (2010) påstår att förmågan att använda sina kunskaper om NOS är större när NO-läraren har en förtrogenhet med inquiry-undervisning än om denne undervisar traditionellt. Som

diskuterats ovan påstår flera att en förståelse av NOS och inquiry kan ge ett meningsfullt sammanhang för lärande (Bybee, 2000; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004).

Lärare med uppfattningen att det finns en strikt metod inom naturvetenskapen som alla måste följa och som leder till säker kunskap, tenderar att se på experimentens roll som ett annat sätt att memorera naturvetenskapliga sanningar. En studie av Tsai (Tsai, 2002) visar att lärare som såg naturvetenskaplig kunskap som objektiv lägger en starkare betoning på etablerad kunskap och uppfattar osäkerhet mer som ett hot. Dessa lärare visade också en mer traditionell syn på NO-undervisning vilket innebär att läraren fungerade som en förmedlare av naturvetenskapligt faktainnehåll och som en överförare av kunskap där lärandet handlade om en kunskapsreproduktion. Flera andra studier (Akerson et al., 2000; Bencze, Bowen, & Alsop, 2006; Keys & Bryan, 2001; Moscovici, 1999; Tsai, 2002) visar på en relation mellan lärares kunskaper om NOS och inquiry-undervisning. Lärare som har en uppfattning om NOS som en obestridligt absolut mängd kunskap utformar och genomför inquiry-undervisning som sätter gränser för elevernas kreativitet och deras resonemangsförmåga, det blir som en ”kokboksaktivitet”. Däremot är lärare som har en uppfattning om NOS som preliminär och öppen för förändringar mer benägna att utforma och genomföra en inquiry-undervisning som främjar elevernas ifrågasättande och logiska tänkande, genom både guidade och öppna inquiry-aktiviteter. Men även om lärare har en god förståelse för NOS innebär det inte att läraren använder det i sin undervisning (Waters-Adams, 2006).

Möjligheter och hinder för inquiry-undervisning.

Mycket av svårigheten med att implementera inquiry-undervisning är alltså inneboende hos läraren. Det innefattar uppfattningar och värderingar som är relaterade till eleverna, undervisningen och avsikten med utbildningen (Anderson, 1996; Keys & Bryan, 2001; Luft, 2001; Smith, 2005; Stuart & Thurlow, 2000; Yerrick, Parke, & Nugent, 1997).

Det finns många argument för att variera sin undervisning genom att ibland undervisa naturvetenskap genom inquiry. Vad är det då som krävs för att lärare ska vilja använda detta sätt att undervisa? Ett sätt att svara på frågan är att ta reda på vad lärarna upplever som svårt med inquiry-undervisning. Frågor och problem som har hindrat inquiry-undervisning från att bli ett vanligt förekommande sätt att undervisa naturvetenskap i klassrummen kan vara mycket varierande. Hinder för framgångsrik implementering av inquiry-undervisning ur lärares eget perspektiv är av särskild betydelse eftersom lärarna genomför undervisningen. Forskning från det Na-didaktiska fältet visar på aspekter som kan göra att lärare väljer bort inquiry-undervisning som ett sätt att undervisa naturvetenskap.

Lärares *beliefs* (sv. uppfattningar) har betydelse för lärarens planering av undervisningen. Kagan (1992) anser att studier av lärares uppfattningar är viktiga inom Na-didaktiken. I en forskningsöversikt om lärares uppfattningar hävdar Pajares (1992) att lärares uppfattningar är de bästa indikatorerna för de beslut de fattar i sin lärargärning.

The more one reads studies of teacher belief, the more strongly one suspects that this piebald of personal knowledge lies at the very heart of teaching. (Kagan, 1992, s. 85)

Lärarens personliga kunskapssyn uppstår ur formella och informella lärande-erfarenheter och utifrån denna konstrueras och utvärderas egna undervisningsmetoder (Haney, Czerniak, & Lumpe, 1996; Hashweh, 1996; Keys & Bryan, 2001; Zipf & Harrison, 2002). Forskning om lärares uppfattningar har visat att lärarnas sätt att undervisa starkt korrelerar med deras uppfattningar (Clark & Peterson, 1984; Richardson, 1996; Tobin et al., 1994).

Även Van Driel, Verloop, och De Vos (1998) har kommit fram till att lärarens praktiska kunskap i hög grad styrs av lärarens uppfattningar. De beskriver att lärarens uppfattningar byggs upp av komplexa system av flera faktorer. Dessa kan vara tankar om NOS, naturvetenskapligt lärande och undervisning i naturvetenskap. Forskning har också visat att dessa komplexa system av uppfattningar påverkar hur lärare samspelar med elever, vilka strategier de använder för undervisning, ledarskapet i klassrummet, val av ämnesinnehåll och bedömningsmetoder (Lumpe, Haney, & Czerniak, 2000). Det blir också alltmer uppenbart att lärarnas uppfattningar är inbäddade i ett större sociokulturell sammanhang som inkluderar elever, kollegor, föräldrar, rektorer, familjer, samhällen och politiska miljöer (Munby, Cunningham, & Lock, 2000). De menar att lärarens uppfattningar är en viktig del av den praktiska kunskapen och fungerar som ett filter när denna utvecklas. Munby et al. (2000) anser vidare att praktisk kunskap innehåller en sammansättning av kunskaper i området.

Blanchard (2006), Eick och Reed (2002) och Wallace och Kang (2004) betonar att när lärarens uppfattningar är oförenliga med målen för inquiry-undervisning, kan det leda till negativa attityder gentemot inquiry-undervisning. Keys och Bryan (2001) och Bybee (2000) visar att dessa system av uppfattningar är extremt stabila och motståndskraftiga för förändring. Anledningen, menar de, är att ny information filtreras genom dessa system och att de har fungerat som en gällande modell under lång tid. Utveckling av undervisning kräver ändringar av klassrumspraktiken och lärare måste få tillfällen att ompröva sina uppfattningar utifrån nya erfarenheter (Fullan, 2007).

Forskning pekar på att de stora hindren för inquiry-undervisning handlar om uppfattningar om: (1) hur elever lär, (2) undervisningens effektivitet, att naturvetenskap skapas utifrån en strikt metod och att eleverna ska klara centrala prov (Munby et al., 2000; Tobin & McRobbie, 1996; Yerrick et al., 1997). Flera studier visar att lärare har starka uppfattningar om elever och elevers lärande som inte är forskningsbelagda och som kan fungera som hinder för inquiry-undervisning (Hamm & Adams, 2002; Smith, 2005; Stuart & Thurlow, 2000).

Anderson (1996) lyfter fram politisk dimension. Den kan handla om motstånd från föräldrar/vårdnadshavare eller olösta konflikter mellan kollegor, brist på resurser och olika uppfattningar om rättvisa.

Andra hindrande aspekter som lyfts fram av Na-didaktisk forskning är brist på tydliga anvisningar om hur man kan implementera inquiry-undervisningen och

brist på kunskaper om inquiry-undervisning hos läraren (Crawford, 2000; Smith & Anderson, 1999). Styrdokumentet kan också ha en hindrande effekt (Abell & Roth, 1992; Kohn, 2000). Forskning visar att det finns uppfattningar i skolkulturer att elever måste förberedas för att klara centrala prov, vilket leder till att lärare fokuserar på faktadelar i stället för att se på naturvetenskapen som en helhet (Keys & Bryan, 2001; Munby et al., 2000; Tobin & McRobbie, 1996).

Att involvera elever i inquiry-undervisning innebär en mycket mer osäker och oförutsägbart situation för läraren i klassrummet än vad en mer strukturerad undervisning gör. Elevernas frågor måste uppmärksammas och utmanas vilket kräver att läraren måste kunna agera snabbt och bemöta oväntade funderingar och intresseyttringar på ett lämpligt sätt (van Zee et al., 2001). Alla lärare är inte lika bekväma i situationer där ordningen störs (McDonald, 1992).

Förutsättningen för inquiry-undervisning är att elever visar positiva attityder gentemot den. Crawford, Krajcik, och Marx (1999), Gibson och Chase (2002) och Hand, Wallace, och Yang (2004) har dragit slutsatsen att elever tycker om att engagera sig genom att ställa egna frågor och själva hitta vägar för att besvara dem.

Andra effekter av inquiry-undervisning är att elever förbättrar sin förmåga att ställa forskningsbara frågor och att samordna frågor med påståenden och bevis efterhand som de blir mer vana vid inquiry-baserat lärande (Crawford et al., 1999; Hand et al., 2004). Det kanske viktigaste kriteriet för inquiry-undervisning är att engagera eleverna i lärandeprocessen. Atar (2007) antar att det första steget för att få till stånd förändringar i undervisningen är att kunna anta en uppfattning

som överensstämmer med grunden för inquiry, speciellt en som betraktar ifrågasättande som kärnan av undervisning och lärandeprocessen.

En kvantitativ studie av Haney et al. (1996) rapporterade att lärares uppfattningar förutsäger genomförandet av strategier som rekommenderats av Na-didaktisk forskning. De fastställde att följande fyra uppfattningar var mest framträdande vad det gäller lärarnas användning av inquiry. De ansåg att inquiry (1) ökade elevernas glädje och intresse för naturvetenskap, (2) främjade positiva naturvetenskapliga attityder och vanor, (3) hjälpte eleven lära sig att tänka självständigt, (4) gjorde naturvetenskap relevant för elevernas vardag. I studien anges vidare att erfarna lärare ville ha utbildning i inquiry-undervisning och att den mest kraftfulla komponenten för en varaktig användning av inquiry var när lärarna upplevde framgång med den. Crawford et al. (1999) fann att en utmärkt lärare som hade en inquiry-baserad undervisning uppvisade många otraditionella roller i klassrummet. De såg att lärarna hade roller som forskare, diagnostiker, drivkraft, guide, innovatör, övervakare, handledare och medarbetare. Vanligtvis förbereds lärare inte för dessa olika roller under lärarutbildningen och de flesta lärare får inte heller se exempel på dessa i skolan (Wallace & Kang, 2004). Minstrell och Van Zee (2000) kommer också till slutsatsen att inquiry-undervisning kräver en utbildning som visar på ett nytt sätt att arbeta på, som går långt utöver den förenklade synen på att lärare bara ska fungera som en som underlättar för lärande. Även Keys och Bryan (2001) har kommit fram till att elever och lärare behöver hjälp med att omformulera kulturen i klassrummet. Framför allt gällande vad som förväntas av dem som framgångsrika elever.

Det finns flera förutsättningar som kan påskynda processen att omforma lärares traditionella undervisning till inquiry-undervisning. Viktiga aspekter är egna erfarenheter av inquiry-lärande (Stiles et al., 2009), djup innehållskunskap (Carlsen, 1993; Gess-Newsome, 1999; Lee et al., 2004) och djup pedagogisk kunskap (Crawford, 2000; Gess-Newsome, 1999; Lee et al., 2004).

Lärarytbildningar har varit framgångsrika i att få lärare att tillgodogöra sig nya metoder, utan att en motsvarande förändring sker i lärarnas egna uppfattningar. Luft (2001) bekräftar detta i en studie av lärarstudenter och erfarna lärare. De erfarna lärarna förändrade sin undervisning mot att bli mer inquiry-orienterad, men de visade inte några större förändringar i sina uppfattningar om inquiry-undervisning och inquiry-lärande. Yerrick et al. (1997) upptäckte att lärarstudenter som deltagit i professionella utbildningsinsatser har traditionella åsikter när de startar utbildningen. Forskarna såg att de efter avslutad utbildning fortfarande hade kvar många av sina åsikter. Yerrick et al. konstaterade att lärarna hade förändrat sitt sätt att prata om undervisning, de använde sig också av några idéer från utbildningen i sina klassrum. Samtidigt noterade de att de valde de strategier som stämde bäst överens med deras tidigare uppfattning. Utifrån detta resultat ansåg de att lärarytbildningsprogrammen bör vara medvetna om lärarnas befintliga uppfattningar, de bör underlätta så att lärare kan uttrycka sina uppfattningar och de bör ge långsiktigt stöd till nya epistemologiska metoder. Yerrick et al. hävdar vidare att betydande förändringar i lärarnas undervisningsmetoder bara kommer efter grundläggande förändringar i deras uppfattningar. Att skapa förändringar i uppfattningar mot en mer elevcentrerad epistemologi kräver mer djupgående utveckling (Richardson, 1996).

Wallace och Kang (2004) vill öka betoningen på att inquiry-undervisning innebär många olika saker för olika personer, den är svår att visualisera i praktiken och den är svår för många lärare att genomföra. En ihållande och stödjande kompetensutveckling är den mest lovande metoden för att få en bestående effekt anser de.

En av de viktigaste rekommendationerna i nationella rapporter i USA (AAAS, 1994; NRC, 2000) är att utbilda lärare att undervisa naturvetenskap genom inquiry. De gör följande antaganden för att en hållbar naturvetenskaplig skolutveckling ska ta form:

- Effektiva NO-lärare skapar en miljö där de och eleverna arbetar tillsammans som aktiva lärande.
- Eleverna är engagerade i lärande om den verkliga världen och om de naturvetenskapliga principer som behövs för att förstå den. Lärare arbetar med sina kollegor för att utveckla sina kunskaper om undervisning i naturvetenskap (NRC, 1996).

Kompetensutveckling för inquiry-undervisning

Studier har visat på olika faktorer för framgångsrik kompetensutveckling. Guskey (2003) lyfter betydelsen av att lärare genom olika processer och aktiviteter utvecklar sina professionella kunskaper, färdigheter och uppfattningar så att de i sin tur kan förbättra lärandet hos sina elever.

Doyle och Ponder (1977) framhåller att lärare har en benägenhet att utvärdera ett förändringsarbete främst utifrån praktiska erfarenheter. De anser att nya undervisningsmetoder är praktiska när (1) effektiva tillvägagångssätt finns tillgängliga för att omsätta innovationerna till konkret undervisning, (2) förändringarna stämmer överens med tidigare uppfattningar angående mål och undervisning, (3) genomförandet av förändringen. Blumenfeld, Krajcik, Marx, och Soloway (1994) anser att lärare behöver vara involverade i ett nytt förhållningsätt till undervisning under en lång tid för att förändring ska komma till stånd. Det är av betydelse för att de ska kunna känna igen sig och kunna diskutera dilemman som ofta är djupt rotade i deras uppfattningar och värderingar. Alla svårigheter till trots har Blumenfeld et al. (1994) funnit att lärare kunde lösa dilemman över tid, om de gavs tillfälle att samarbeta med kollegor och möjlighet att reflektera över sin undervisning.

Lärarens uppfattning om undervisning och lärande beror mer på de praktiska erfarenheterna än på teoretisk kunskap (Marx et al., 1994). Krajcik, Blumenfeld, Marx, och Soloway (1994) visar på betydelsen av att läraren kopplar sin uppfattning mer till det som hänt i klassrummet och utifrån berättelser och historier, snarare än till teoretisk kunskap. Även Anderson (2002) lyfter fram betydelsen av att nya teorier bör presenteras i en undervisningskontext. Han ger exempel

som att erfarna lärare utbildas genom att genomföra praktiska aktiviteter i sin undervisning. Magnusson et al. (2002) menar att det ger större möjligheter för lärare att uppleva ökad relevans och nytta när de kan referera till konkreta uppgifter för undervisning, bedömning, observation och reflektion. De menar att det ger även lärarna möjligheter att göra kopplingar mellan sitt eget lärande och klassrumsundervisning.

Millar, Leach, och Osborne (2000) har identifierat olika faktorer som kan bidra till framgångsrik kompetensutveckling. Dessa kan vara att lärare ges tid att reflektera över sina strategier; får tillgång till resurser av framgångsrik undervisningserfarenhet baserat på modeller av lärande; möjlighet att arbeta tillsammans med kollegor; coachning och ömsesidigt stöd; en känsla av personlig utveckling och en känsla av egenansvar för att skapa nya idéer.

Windschitl (2003) påstår att för att lärare ska bli mer förberedda på inquiry-undervisning, behöver de få egna erfarenheter av naturvetenskapliga undersökningar under sin utbildning. Han anser att de behöver handledning av en forskare för att få en bättre förståelse av naturvetenskapens karaktär och naturvetenskapens arbetssätt.

Harrison, Hofstein, Eylon, och Simon (2008) påpekar några viktiga funktioner som kännetecknar effektiva program för kompetensutveckling. Lärarna bör:

1. engageras i samarbete angående sin undervisning och elevers lärande under lång tid.

2. placera undervisningen i en kontext där innehållet blir centralt och integrera detta med pedagogiska frågor.
3. möjliggörs att se frågor utifrån verkliga klassrumssituationer, reflektera över och diskutera varandras undervisning och utvärdera resultatet av elevernas arbete.

Desimone (2009) och Yoon, Duncan, Lee, Scarloss, och Shapley (2007) lyfter fram att en kompetensutveckling måste ske under lång tid för att den ska vara effektiv. De menar att det både handlar om långsiktighet och verkliga timmar och att det är av betydelse med varaktigt stöd. Enligt Desimone (2009) kan *collaborative learning*, lärande genom samarbete, vara en kraftfull form av lärande då det skapar ett meningsutbyte inom en diskurs. Något som alltmer betonas i forskning är samstämmighet mellan kompetensutvecklingens mål, innehåll och utformning och gällande styrdokument (Desimone, 2009).

I en studie av Van Driel och Berry (2012) framhålls sex grundläggande drag för framgångsrik kompetensutveckling. Den bör handla om betydelsen av fokus på det som händer i klassrummet med avseende på ämnesinnehåll, den didaktiska kunskapen och lärandeprocesser med avseende på det speciella ämnesinnehållet. Framgångsrik kompetensutveckling bör även inrikta sig på att engagera läraren på ett undersökande sätt genom att denne till exempel observerar andra lärare eller själv blir observerad, får feedback och diskuterar elevernas arbete. Den bör handla om ett engagemang av läraren med fokus på samarbete mellan lärare med samma erfarenheter som förstår varandra. De lyfter även upp behovet av handledning av expertis och att lärarna känner ett delansvar för kompetensutvecklingen och kan påverka dess utformning och innehåll. Slutsatsen från tidigare

forskning är att det krävs en större tidsperiod och att läraren behöver mer tid i timmar. Ett annat viktigt drag är att det finns en samstämmighet mellan skolans och styrdokumentens avsikter med undervisningen och det som kompetensutvecklingen vill förmedla. Även organisatoriska faktorer som stöd av skolledning och avsatt tid är viktiga för att göra kompetensutvecklingen framgångsrik och hållbar.

En viktig aspekt för kompetensutvecklingen är, som tidigare nämnts, samarbete (Anderson, 1996; Blumenfeld et al., 1994; Krajcik et al., 1994). Förändrad uppfattning om undervisning och lärande, samt nya former av klassrumsaktiviteter utvecklas när lärare får möjlighet till samarbete med kollegor och experter. Genom kompetensutvecklingsinsatser har man uppnått framgångar när det handlar om att implementera tankar kring undervisningen hämtade från styrdokument.. I dessa studier användes metoden att lärare reflekterar tillsammans, *collaborative reflection*, för att lärare ska få tillfälle att uttrycka sina åsikter, ändra sin uppfattning och på så vis få en undervisning som stämmer bättre överens med styrdokumentens avsikter. Samarbete har inte bara betydelse med avseende på skolutveckling, utan också utifrån en kulturell dimension (Anderson, 2002).

Collaborative working relationships among teachers provide a very important context for the re-assessment of educational values and beliefs. In this context—where the focus is the actual work of each teachers' own students—one's values and beliefs are encountered at every turn. It is an influence. The reforming teachers in our cases did not do their work in isolation; they worked together with fellow teachers in their team or department. Crucial reform work takes place in this context. (Anderson, 1996, s. 68)

I Rocard (2007) framkommer det att läraren är den viktigaste faktorn för att ändra undervisningsmetoder. När lärare får möjlighet att delta i nätverk ges de också fler möjligheter att förbättra kvaliteten på sin undervisning. Henze, van Driel, och Verloop (2009) är också av åsikten att samarbete är viktigt. De påstår att arbete tillsammans i team med kollegor och samordnare kan ge effekter för lärarnas PCK eftersom det får lärarna att reflektera över och förändra sin undervisning. Liu et al. (2010) har också sett fördelar med samarbete. De menar att när lärare deltar i kompetensutvecklingsprogram och har kollegor som arbetar med samma material, ökar det möjligheterna för eleverna att lyckas med inquiry. De menar att viktiga aspekter för att lyckas med inquiry-undervisning är att läraren uppskattar inquiry-undervisningens arbetsmetoder, deltar i kompetensutvecklingsprogram och har kollegor att diskutera undervisningen med.

Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, Lgr -11

I skolverkets stöd för undervisning i naturvetenskap och teknik finns animerat filmmaterial, se citat ur filmen nedan, som lyfter fram betydelsen av lärarens syn på vilken kunskap hon har för avsikt att eleverna ska utveckla.

I vår arbetsplats ryms framtiden, varje dag rustar vi lärare morgondagens medborgare med självförtroende och handlingskraft att möta en komplicerad värld i snabb förändring. Härifrån sker en del av livets resa, det gör skolan till en av universums viktigaste platser. Vi lärare behövs för att barn och elever ska utveckla en förmåga att orientera sig och leva i ett samhälle där naturvetenskap och teknik blivit avgörande för vår existens. Tekniken och naturvetenskapen finns överallt där vi finns. När vi vaknar, på bussen, på vår arbetsplats, i affären och tillsammans med våra barn. I våra liv gör vi ständigt praktiska, etiska och estetiska val som rör energi, miljö, hälsa och samhälle. Det gör kunskaper inom teknik och naturvetenskap till något alla behöver. Att förstå sin omvärld är en förutsättning för demokrati. Naturvetenskap och teknik spelar också en roll för våra största utmaningar. Om vi kan ge våra elever överblick och sammanhang kan de förstå hur deras livsstil påverkar övergripande och globala miljöfrågor. På så sätt blir de medborgare som gör skillnad och tar ansvar tillsammans. I framtiden behöver vi också medborgare som är nyfikna, som utforskar omvärlden hittar problem och hittar lösningar. Dagens medborgare måste också kunna sortera fakta i en flodvåg av information, känna att de både kan och vågar argumentera för sin sak. Vi lärare behövs. Vi behövs för forskningen och innovationsförmågan, för ett

fortsatt välstånd för våra elever och för generationerna som följer.
Vi behövs för ett hållbart samhälle med kreativa självständiga
medborgare väl rustade på resan mot en framtid som dom vill leva
i. (Skolverket, 2014-03-07)

Filmens centrala budskap är att kunskap om naturvetenskap och teknik är något alla behöver. Kunskapen behövs inte bara för att förstå sin omvärld och kunna påverka sin livsstil, den behövs även för att vi i framtiden behöver medborgare som är nyfikna, som utforskar omvärlden, hittar problem och lösningar. Filmen tar också upp betydelsen av att kunna sortera fakta och att både kunna och våga argumentera för sin sak. Här blir Skolverkets intentioner med den naturvetenskapliga undervisningen tydliga.

Inquiry i de svenska styrdokumenterna finns uttryckt som syfte i kursplanen (Skolverket, 2011a). I kursplanen för fysik uttrycks syftet med undervisningen vara att den ska ge elever möjligheter att utveckla nyfikenhet och intresse för att undersöka omvärlden. De ska få tillfälle att ställa frågor och genomföra undersökningar. Det står också att eleverna ska få möjlighet att utveckla en förståelse av de naturvetenskapliga arbetsmetodernas betydelse för att granska påståenden.

I kommentarmaterialet (Skolverket, 2011b) förklaras bakgrunden till syftet och där kommer olika NOS och NOSI-aspekter tydligare fram. Till exempel lyfts nyfikenhet och frågeställningar fram som en drivkraft inom naturvetenskapen. Skolverket (2011a) anser att naturvetenskapen ska lyftas fram som ett ”dynamiskt, kreativt och aktuellt ämne i ständig utveckling” (s. 127).

Tabell 1: Inquiry i styrdokumenterna, kursplan och kommentarmaterial.

Läroplanen i Fysik.

Elever ska få möjlighet att:

Kommentarmaterial till kursplanen i fysik.

Utveckla nyfikenhet på och intresse för att undersöka omvärlden.

Däriigenom tar kursplanen fasta på den ursprungliga drivkraften bakom all vetenskap.

Ställa frågor om fysikaliska företeelser och sammanhang utifrån egna upplevelser och aktuella händelser.

På så sätt kan kursplanen fånga upp och spegla det som är aktuellt för eleverna, samtidigt som de kan utveckla förståelse för naturvetenskapliga metoder. Ett ytterligare skäl menar man är att motverka bilden av ett ämne som huvudsakligen grundar sig på färdiga fakta. Kursplanen lyfter fram fysik som ett dynamiskt, kreativt och aktuellt ämne som är i ständig utveckling – i såväl vardagliga sammanhang och arbetsliv som inom forskning.

Söka svar på frågor med hjälp av både systematiska undersökningar och olika typer av källor.

Med ett undersökande arbetssätt kan eleverna dels lära sig hur man tar reda på saker, dels få insikter i fysikens möjligheter och begränsningar när det gäller att behandla och förklara olika frågor. När eleverna söker svar på frågor i olika typer av källor får de tillgång till kunskaper som har formulerats av den samlade forskningen inom fysik.

Utveckla förmågan att genomföra systematiska undersökningar i fysik.

Förmåga har sitt ursprung i det som ämnesdidaktisk forskning benämner "kunskaper om den naturvetenskapliga verksamheten". Den omfattar kunskaper om hur man genomför systematiska undersökningar. Genom att arbeta med systematiska undersökningar lär sig eleverna även hur praktiskt undersökande arbete i fysik kan utföras i form av observationer, mätningar och experiment.

Utveckla en förståelse för att påståenden kan prövas och värderas med hjälp av naturvetenskapliga arbetsmetoder. Och utveckla ett kritiskt tänkande kring sina egna resultat, andras argument och olika informationskällor

Kritiskt tänkande innebär en strävan efter att underbygga påståenden och uppfattningar med faktastöd och logiskt hållbar argumentation.

Inquiry eller IBSE nämns inte, men att det handlar om förmågan att göra naturvetenskapliga undersökningar är tydligt. Skolverket gör en liknande beskrivning genom att i kommentarmaterialet lyfta fram aspekter som handlar om naturvetenskapliga undersökningar, se tabell 1.

Skolverket har även publicerat ett stödmaterial, *Stöd för undervisning i naturvetenskap och teknik* (Skolverket, 2014-03-07), där man utifrån aktuella styrdokument ger support för att planera, genomföra och utvärdera undervisning. Materialet utgår från en sjustegsmodell:

1. Ta fram likheter och kontraster ”Vad tror ni händer?”
2. Prova
3. Tänk och organisera
4. Hitta på en egen regel ”använd fantasin!”
5. Jämför olika regler
6. Vad säger fysikerna?
7. För över regeln till ett nytt område.

Skolverket uttrycker tydligt att lärarens roll är av betydelse. De ger konkreta exempel på hur läraren kan arbeta för att uppfylla syftena med den naturvetenskapliga undervisningen.

Min syn på inquiry och kompetensutveckling

Min syn på inquiry-undervisning handlar inte om att jag anser att den representerar den bästa pedagogiska modellen. I stället ser jag på inquiry-undervisning utifrån ett synsätt på lärande, inquiry-lärande, som öppnar upp för flera olika sätt att planera för undervisning. Min utgångspunkt för KI var att lärare skulle få tillfälle att prova på samma material vid flera tillfällen. Jag ville att de skulle känna sig delaktiga i utvecklingen av materialet. En annan aspekt var att handledningen skulle ske över en längre tidsperiod.

För mig är en viktig del i inquiry-lärande att den lärande är aktiv i lärandeprocessen. NRC (2000) uttrycker det i sin beskrivning som att det är den lärande som driver lärandet. Vid inquiry-undervisningen i denna studie får eleverna möjlighet att arbeta på ett undersökande sätt som gör det möjligt för dem att engagera sig aktivt med frågor och problem.

Den grundläggande utgångspunkten i studiens inquiry-undervisning är en fråga eller ett problem. Eleverna ska sedan själva formulera delfrågor. De bör kunna arbeta tillsammans i grupper, framför allt när det gäller att diskutera sina egna uppfattningar och olika resultat. Eftersom det kommer att krävas av eleverna att de i stor utsträckning själva formulerar delfrågor finns inte alltid förklaringarna i skolans läromedel. Eleverna kommer därför ofta att behöva använda digital information och teknik för att leta förklaringar. Vid utforskandet av frågeställningarna, som kan vara mer eller mindre öppna, kommer eleverna att ges möjligheter att vara aktiva och att utveckla ny mening och kunskap. NRC (2000) uttrycker det som att eleverna får möjligheter att vara aktiva, kritiska och kreativa. Med inquiry-undervisningen ges eleverna möjlighet att utveckla färdigheter

för undersökande verksamhet samt för problemlösning, informationskompetens, reflektion. De får möjligheter att reflektera över sina resultat och de uppmuntras att dela resultaten med varandra. Den undersökande verksamheten, med utforskning och upptäckter, är i fokus för lärandeaktiviteter och bedömning. I likhet med NRC (2000) menar jag att inquiry-undervisning visar på pedagogiska värderingar som associeras med elevcentrering och elevengagemang, där lärarens roll är att uppmuntra eleverna att utveckla ett ansvar för sitt lärande. Detta innebär att elevernas frågor och diskussioner uppmärksammas och att läraren ställer utmanande frågor och handleder lärandeprocessen.

Metod

Utifrån bakgrunden visar det sig att ett förändringsarbete av undervisningen är komplext. För att förstå vad som händer i klassrummet, antar jag ett perspektiv som förmår mig att känna igen kulturen på en högstadieskola, inte bara som ett hinder för förändring utan som en realistisk struktur där lärare rör sig och arbetar. För forskning om lärarens uppfattningar om inquiry-undervisning är det viktigt att inte bara ta hänsyn till deras personliga kognitiva förståelse av densamma, utan man måste även ta i beaktande hur denna förståelse har utvecklats socialt och betrakta den i kontexten av rådande klassrumskultur (Wallace & Kang, 2004). Människor reagerar på språk och handlingar utifrån sina kulturella modeller. Kulturella modeller påverkar därför nödvändigtvis kommunikationen i klassrummet när lärare och elever samverkar sinsemellan. På samma sätt påverkar kulturella modeller forskares och lärares uppfattningar om klassrummets undervisning och deras initiativ till förändringar (Wallace & Kang, 2004).

Denna studie är en tolkande fallstudie i en tradition inspirerad av Erickson (1985). Jag sökte deltagarnas egna tankar och synpunkter och såg på kommunikation som den viktigaste komponenten i lärandesituationen. På så vis blev det lättare att känna igen kulturen på högstadieskolan. Handledda gruppdiskussioner kring ett gemensamt innehåll öppnade upp för diskussion om lärarens roll i undervisning och för elevers lärande. Samtalen hade lånat innehåll från verkliga händelser i skolan. Vid min analys av lärarnas uppfattningar om inquiry-undervisning tog jag inte bara hänsyn till deras kognitiva förståelse utan även hur denna förståelse kunde förstås socialt och mot bakgrund av klassrumskulturen. Wallace och Kang (2004) lyfter fram betydelsen av de sociala aspekterna för en förståelse av lärares uppfattningar.

I en fallstudie är fallet själva situationen – det kan gälla en individ, en grupp en organisation eller vad man nu är intresserad av. Fallstudien är en forskningsmetod som inbegriper en empirisk undersökning av ett särskilt fenomen inom dess verkliga sammanhang med hjälp av flera källor för bevis (Robson, 2002). Det centrala draget är att man koncentrerar sig på ett enda eller ett litet antal fall. Sammanhanget och miljön är också av betydelse. Huberman och Miles (1984) menar att ett fall alltid inträffar i en viss social och fysisk miljö och att man inte kan studera enskilda fall utanför sitt sammanhang.

Deltagare

9 lärare som undervisade i fysik på två högstadieskolor tillfrågades att delta i studien. Studien var utformad som en pilot för en kompetensutvecklingsinsats (KI). Skolledningen informerades om studien och visade sitt intresse. Jag diskuterade betydelsen av uttalat stöd från ledningen med både skolchef och rektor för att de skulle visa lärarna sin uppskattning över deltagandet. Skolorna deltog på olika sätt. Skola A försågs med undervisningsmaterial och lärarna fick handledning på schemalagd tid, och med skola B var avsikten att de bara skulle förses med undervisningsmaterial.

Deltagandet var frivilligt och inledningsvis deltog tre lärare från skola A och fyra lärare från skola B. I ett tidigt skede avbröt en lärare från skola A. Anledningen var att läraren kände sig osäker, dels för att hon var ny lärare på skolan och dels för att hon inte hade full behörighet i alla berörda ämnen. Två lärare från skola A fullföljde hela studien. Lärarna från skola B deltog och genomförde ett av

studiens tre områden.Handledning och diskussion med dem var inte planerad från början, men eftersom det efterfrågades genomfördes det vid tre tillfällen. Lärarna från skola B avbröt dock sitt deltagande i studien. De valde bort deltagande i studien eftersom en speciell skolsituation gjorde att det var mycket andra uppgifter de behövde engagera sig i.

Avsikten med skola B deltagande var initialt att få synpunkter på inquiry-materialet och att testa genomförande av undervisningen utan gruppdiskussioner.

Endast de två lärarna från skola A som deltog i hela projektet redovisas.

Genomförande och datainsamling

KI innebar att de båda lärarna, under tre olika tidsperioder under knappt två år, genomförde en undervisning med sina elever utifrån ett likadant undervisningsmaterial. Under samma period som undervisningen pågick träffades de båda lärarna och jag, i min roll som forskare och handledare, på avsatt konferenstid och diskuterade den aktuella undervisningen.

KI startade under våren 2012, se tidsplan i tabell 2. Inledningsvis tillfrågades lärarna angående önskemål om det ämnesinnehåll som skulle behandlas. Före undervisningens start svarade lärarna även på enkäterna VNOS-C och VOSI-4, som en inledning av kommande samtal om NOS och NOSI.

KI presenterades som ett prova-på-material, där lärarens roll var att utveckla det. Introduktionen innebar att lärarna och jag tillsammans tittade igenom handledning, uppgifter och material till laborationer, som en inledning till inquiry och undersökande arbetssätt.

Inquiry-materialet

Inquiry-materialet hade jag tagit fram för att använda som utgångsmaterial. Jag var medveten om betydelsen av att jag stod för designen av materialet. Jag som forskare kunde upplevas som auktoritet och lärarna kanske inte skulle våga kritisera. Därför var jag noga med att framhålla att det var ett material att utgå ifrån, avsikten var att de med sin kompetens skulle anpassa det för att fungera i klassrummen med eleverna. Det presenterades inte som ett uttalat ”inquiry”-material, utan diskuterades endast som ”material”.

Inquiry-materialet bestod av tre områden som hade samma arbetsmodell, men olika ämnesinnehåll, fig 1. Astronomi och strålning var ämnesområden som lärarna upplevde att de hade svårt att hitta bra undervisningsmetoder till. Energi och strålning ansåg de var viktiga övergripande ämnesområden som de kunde arbeta med tillsammans med elever i olika årskurser. Ämnesinnehåll till de tre olika områdena hämtades från olika källor. Till astronomin användes material från Hansson, Redfors och Rosberg (Hansson, Redfors, & Rosberg, 2011), där materialets övergripande frågeställning var: ”Ska vi leta efter liv i universum?”. Vid framtagandet av ämnesinnehåll till arbetsområdet om strålning användes material från Ekborg et al. (Ekborg et al., 2012), där materialets

Fig 1. Inquiry-materialets områden.

övergripande frågeställning var: "Blir man sjuk av mobiltelefonen?". Vid planering av ämnesinnehåll till området om energi konsulterades kommunens energirådgivare, och materialets övergripande frågeställning var: "Varför försvinner glödlamporna?". Inquiry-materialets tre olika områden och delar var:

Område 1: Ska vi leta efter liv i universum?

Del 1: Vad är liv?

Del 2: Finns grundämnen på fler ställen i universum?

Del 3: Vilka förutsättningar krävs för att liv ska finnas?

Område 2: Blir man sjuk av mobiltelefonen?

Del 1: Vad är strålning?

Del 2: Vad händer med kroppen när den utsätts för strålning?

Del 3: Vad har människan lärt sig att använda strålning till?

Fig 2. Inquiry-materialet, argumentation.

Område 3: Varför försvinner glödlamporna?

Del 1: Hur kan man spara energi när man byter ut glödlampor?

Del 2: Vad behövs lamporna till?

Del 3: Vad innebär det att vara energieffektiv?

Förutom att de olika områdenas frågeställningar innehöll inquiry-materialet även ämnesfördjupning och förslag på praktiska undersökningar, se till exempel området som handlar om strålning "Blir man sjuk av mobiltelefonen?", bilaga 1.

Att materialet har inquiry-design syns inte i val av ämnesinnehåll, inte heller i frågeställningarna. Det som utmärker inquiry-undervisningen är det sätt på vilket elever och lärare arbetar med frågorna, ett exempel är att utveckla förmågan att argumentera, fig 2.

Till varje område följde en lärarhandledning, nedan följer ett exempel från materialet "Blir man sjuk av mobiltelefonen?":

- (1) Väck intresse, ta till exempel fram löpsedlar eller tidningsartiklar med olika budskap, figur 3.
- (2) Förklara syftet. Här handlar det om att träna sig i att utveckla sina förmågor, att använda kunskaper i fysik för att kunna formulera motiveringar, diskutera och skapa texter. Genomför undersökningar. Använd fysikens begrepp för att beskriva och förklara.
- (3) Förklara vad som förväntas av eleven. Här handlar det om att uttrycka sin tidigare kunskap inom området och utveckla sitt sätt att argumentera. Skaffa, genom experiment, observationer eller genom att ta del av olika texter från böcker eller internet, bevis som stärker argumentationen. Skriv förklarande texter.
- (4) Ange en tidsram, förslagsvis en lektion (40-50 min) att uttrycka sin tidigare kunskap, reflektera över den och skriva fler frågor. Ge en lektion till att designa undersökningen. Ge två till fyra lektioner att genomföra undersökningen, experimentera, observera, använda data och läsa, en lektion till att sammanställa data och en lektion till att diskutera och lämna in sin text.

Inspiration för designen av inquiry-undervisningen hämtades från olika europeiska rapporter och projekt angående inquiry-undervisning, se ovan, och rekommendationer från NRC.

I det fördesignade materialet fanns en stegvis arbetsgång som inspirerats av den inquiry-modell som WISE, en webbaserad inquiry-miljö (NSF, 1996), an

Expressen 2012-11-01

WHO: Mobiltelefoner kan öka risken för cancer

Mobiltelefoner kan öka risken för hjärntumörer. Det uppgav Världshälsoorganisationens (WHO) cancerforskningsorgan IARC på tisdagen. Det nya larmet går på tvärs mot WHO:S tidigare studier som inte påvisat någon ökad cancerrisk.

<http://www.expressen.se/nyheter/who-mobiltelefoner-kan-oka-risken-for-cancer/>

Mobil.se 2012-11-01

NORDISK UNDERSÖKNING

Ingen ökad cancerrisk för barn

En studie av mobilstrålning visar ingen ökad risk för hjärntumörer hos barn som använder mobiltelefonen mycket.

<http://www.mobil.se/nyheter/ingen-okad-cancerrisk-for-barn-1.478683.html>

Under senare år har man genom tidningar, radio och TV fått olika rapporter om risker med att använda mobiltelefoner. Forskarna är oense om det är farligt eller inte med strålning från mobiltelefoner och mobiltelefonsmaster. De är också oense om på vilket sätt människor eventuellt kan skadas. Oenigheten handlar ofta om huruvida strålningen kan ge ökad risk för hjärntumör, men även andra sjukdomar har diskuterats.

Som tidningsläsare får du olika besked, och tidningarna kan ge motstridiga uppgifter, ibland till och med i samma nummer. Mobiltelefonerna är ett viktigt kommunikationsmedel för de flesta av oss i dag. Hur ska vi veta vad som är farligt och hur kan vi i så fall skydda oss?

Fig 3. Inquiry-materialet, lärarhandledning.

vänder sig av, som tar sin utgångspunkt i NRC (1996, 2000). Där beskrivs kunskaper i och om naturvetenskapliga undersökningar utifrån att kunna: identifiera och ställa frågor, utforma och genomföra undersökningar, analysera data och bevis, använda modeller och förklaringar och kommunicera resultat.

I gruppdiskussioner förändrades arbetsmodellen till en mer generell modell, fig 4, som lärarna ville introducera för eleverna separerat från ämnesinnehållet. Inledningsvis var arbetsmodell och material integrerat med varandra. Att modellen fick en cyklisk form berodde på inflytande från mig och den modell jag själv arbetat med tidigare. Den är utarbetad utifrån min syn på inquiry som jag redovisat i teoridelen. Arbetsmodellen byggde på att eleverna skulle få möjlighet att först formulera sin egen uppfattning, de skulle använda sig av både bild och text. Ett annat moment handlade om att eleverna skulle reflektera över vad som saknades i deras beskrivning för att den skulle vara naturvetenskaplig och övertygande. Till sin hjälp för att förstå denna uppgift fick de ett exempel, ”Mus och Råttor”, bilaga 2. *Designa undersökningen* var ett annat moment vars avsikt var att eleverna själva skulle hitta vägar att få svar på sina frågor. I detta sammanhang hade läraren möjlighet att visa på olika naturvetenskapliga arbetsätt: *experiment*, att planera en praktisk undersökning där man använder en variabel i taget; *observation*, att observera använd data som forskare tagit fram i form av till exempel bilder eller diagram; *inläsning av texter*, läs olika dokument som böcker, tidskrifter och hemsidor eller intervjua kvalificerade personer. Resultatet från undersökningarna skulle sedan bearbetas för att fungera som bevis till en slutgiltig argumentation angående frågeställningarna.

Fig 4. Inquiry-materialets arbetsmodell.

Datakällor

För att förstå den enskilda lärarens uppfattningar så tillämpades narrativa forskningsmetoder där personliga uppfattningar kom till uttryck i form av berättelser och konversationer (Connelly & Clandinin, 1990). Orsaken till att man använder sig av berättelser i pedagogisk forskning är att människor är berättande varelser som individuellt och socialt ger berättelserna liv. Människor berättar och återberättar berättelserna de tagit del av. Lärarna i studien berättade om sina upplevelser av inquiry-undervisning. Berättelserna handlade både om de möjligheter och de hinder de såg med undervisningen. Lärarna berättade även om inquiry-undervisningen kopplat till deras egna syften, mål och tankar om NOS, arbetssätt samt elevers lärande i och om naturvetenskap.

Fig 5. Insamling av data.

Gruppdiskussioner, *Storyline* och enkäter VNOS-C och VOSI-4 användes som datakällor där lärarnas berättelser framkom, figur 3.

Storyline-metoden

Med tanke på svårigheten att få fram svar på frågor om arbetsrelaterat lärande (Van Eekelen, Boshuizen, & Vermunt, 2005) behövde jag något som skulle göra att lärarna berättade sina historier om utvecklingen av deras kunskaper under projektets gång. Jag inspirerades av Van Driel et al. (2001) som använt *storyline* som en metod för att lösa detta problem. Med den här metoden utvärderade och klassificerade lärare sina erfarenheter, de gjorde det genom att rita en storyline. Van Driel et al. (2001) tillämpade storyline-metoden i studier av erfarna lärares erfarenheter och av händelser som kan relateras till speciella aspekter av deras undervisning. En storyline utgör en persons värdering av den egna kunskapsnivån. På den vertikala axeln i ett diagram värderar man den egna kunskapsnivån i relation till pågående processer (till exempel undervisning) med en 5- eller 7-gradig skala. För att se en kunskapsutveckling över tid värderas kunskapsnivån i relation till tid, som märks ut på den horisontella axeln (Henze et al., 2009).

I denna studie användes storyline utifrån lärarnas värdering av kunskaper de själv kände att de hade angående: naturvetenskapens karaktär (NOS), naturvetenskapens

tenskapens arbetssätt (NOSI), undervisningsmetoder för naturvetenskapens karaktär (NOS) och undervisningsmetoder för naturvetenskapens arbetssätt (NOSI), figur 6. Som förklaring till begreppet naturvetenskapens karaktär visade jag på likheter med frågorna på enkäten VNOC-C. På liknande sätt gjordes jämförelser mellan naturvetenskapens arbetssätt och frågorna på enkäten VOSI-4. Lärarna värderade sig själva på en 5-gradig skala, där kunskaperna beskrevs som: 1= otillräckliga, 3= tillräckliga, 5 = goda. Lärarna reflekterade över sina kunskaper inför varje uppstart av område, och avsatte sin värdering i sin storyline.

Lärarna gjorde markeringar i diagrammet inför varje nytt område. Sista markeringen i storyline, som inträffade en tid efter avslutat sista område, träffade jag varje enskild lärare i en lokal utanför skolan. Innan läraren fyllde i sin storyline gjordes VOSI-4 en gång till. Denna fungerade både som en eftertest på lärarens kunskaper, men även som en hjälp för förståelse av begreppen, naturvetenskapens karaktär och naturvetenskapens arbetssätt, som använts i storyline.

Vid detta tillfälle förenade läraren sina markeringar och skapade en storyline över tid för vart och ett av de fyra olika aspekterna i figur 6. När linjerna var dragna intervjuades läraren och uppmanades att berätta om sina linjer. För att stödja läraren att tänka och prata om sin egen utveckling ställdes ytterligare frågor, till exempel ”Varför stabiliserades linjen just vid det tillfället?” eller ”Hände något särskilt under den perioden?”. Läraren behövde även stöd att förstå begreppen naturvetenskapens karaktär och naturvetenskapens arbetssätt. Här gjordes återigen kopplingar till frågorna i enkäterna. Hela proceduren tog cirka två

timmar, intervjuerna angående lärarens reflektion av sin storyline spelades in och transkriberades sedan i sin helhet.

Fig 6. Storyline.

Fokusgrupper

Gruppdiskussionerna, i form av fokusgrupper, genomfördes som en del av piloten för KI. Fokusgrupper har sitt ursprung i marknadsundersökningar på 1920-talet (Bogardus, 1926). I modern tid används fokusgrupper framför allt när politiska partier ska bedöma gensvar för sin politik. Den är också en mycket användbar metod för datainsamling inom många områden av social forskning (Robson,

2002). En anledning till populariteten är att den inte verkar diskriminerande för personer som inte kan läsa eller skriva. Den fungerar dessutom uppmuntrande för människor som är ovilliga att bli intervjuade på egen hand eller som känner att de inte har något att säga (Kitzinger, 1995). Personen som leder en fokusgrupp benämns ofta som moderator eller diskussionsledare. Moderatorns roll är att se till att diskussionen håller sig inom gränserna för det önskade området och att diskussionen leds på ett så effektivt sätt som möjligt. Det krävs en balans mellan en aktiv och en passiv roll (Sim, 1998).

The moderator has to generate interest in and discussions about a particular topic, which is close to his or her professional or academic interest, without at the same time leading the group to reinforce existing expectations or confirm a prior hypothesis. (Sim, 1998, s.347)

Ljudinspelning är en generell rekommendation, även om det finns situationer där det kan påverka arbetet i gruppen, till exempel om ett känsligt ämne avhandlas eller om det är något man inte riktigt vågar stå för inför gruppens medlemmar (Robson, 2002).

Vid alla 8 gruppdiskussioner var lärarna i studien, Lisa och Nina, samt jag deltagare. Där var lärarna aktiva för att förändra, anpassa och utveckla inquiry-materialet så att det skulle passa dem och deras undervisning. På så sätt var lärarna medskapare av materialet, trots att de inte var med och designade ursprungsmaterialet. Gruppdiskussionerna genomfördes mitt i lärarnas genomförande av undervisning av inquiry-materialet i sina klasser, tabell 2.

Mötestider planerades in vid terminsstarten i samråd med rektor, och det bestämdes till prioriterad konferenstid. I gruppdiskussionerna delade lärarna erfarenheter om den aktuella undervisningen, vilka handlade om deras uppfattningar om inquiry-undervisningen kopplat till deras egna syften och mål, tankar om NOS, arbetssätt samt elevers lärande i och om naturvetenskap. Det handlade också om möjligheter och hinder för inquiry-undervisning. Min roll var både som forskare och handledare.

Genomgående för alla (8) gruppdiskussionerna var att fokus låg på lärarnas reflektioner över undervisningen då de använt inquiry-materialet. I min roll som moderator och diskussionsledare sökte jag deras berättelser om det som hände i klassrummet och hur de upplevt situationen. Jag ville beskriva lärarnas uppfattning om inquiry-undervisning kopplat till innehållet i gruppdiskussionerna. Detta gjordes dels genom lärarnas spontana diskussioner, dels utifrån återkommande frågor som till exempel: ”Vad har eleverna lärt sig?”, ”Vad var det som gjorde att de lärde sig?”, ”Vad tycker du att är svårt med undervisningen?”, ”Vad tycker du är bra?” För att komma närmare lärarens uppfattning om inquiry-undervisningen uppmanades de att föreslå förändringar för att utveckla materialet. Vid några gruppdiskussioner diskuterades även naturvetenskapens karaktär och naturvetenskapens arbetssätt, både genom att lyfta fram frågor från enkäterna VNOS-C och VOSI-4, samt genom att lyfta fram typiska missuppfattningar inom området. Några gruppdiskussioner ägnades åt att göra kopplingar mellan undervisningens syften och mål kopplat till gällande styrdokument, Lgr11(Skolverket, 2011a).

Datum	Innehåll	Klass	Antal gruppdisk
Maj -12	Enkät VNOS-C		
Aug -12	Enkät VOSI-4 Introduktion område 1.		
Sept -12	Start undervisning område 1. Astronomi Markering i storyline	Nina 8p, 9p Lisa 8q, 8r, 9s	3
Nov -12	Start undervisning område 2. Strålning Markering i storyline	Nina 8p, 9p Lisa 8t	3
April -13	Start undervisning område 3. Energi Markering i storyline	Nina 8p	1
Aug -13	Start undervisning område 3. Energi Markering i storyline	Lisa 9t (f.d. 8t)	1
Okt -13	Enkät VOSI-4 Markering i storyline Diskussion om storyline		

Tabell 2. Tidsplan för genomförandet av projektet.

VNOS och VOSI-enkäter

Enkäterna VNOS-C (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002) och VOSI-4 (Schwartz et al., 2008) som översatts och anpassats till svenska förhållanden, se bilaga 3 och 4, genomfördes båda vid inledningen av piloten för KI. Lärarna fyllde i enkäten VOSI-4 en gång till vid avslut av KI. Enkäterna valdes eftersom de är väletablerade och består av öppna frågeställningar.

Lederman et al. (2002) beskriver frågeformuläret VNOS-(C) som ett instrument med öppna frågor som tillsammans med enskilda intervjuer syftar till att ge en meningsfull bedömning av lärares och elevers NOS-uppfattningar. Ramverket som ligger till grund för utvecklingen av NOS, som antogs och betonas för att utveckla kunskaper om NOS, är aspekter som författarna även anser är relevanta för grundskoleelever. Det innebär NOS-aspekter som att naturvetenskaplig kunskap är preliminär; empirisk; fylld med teorier; delvis en produkt av mänskliga slutsatser; framkommen ur mänsklig fantasi och kreativitet och att den är socialt och kulturellt inbäddad. Tre ytterligare viktiga aspekter som de anser vara av betydelse är att det finns en skillnad mellan observation och slutsats, att det inte finns ett universellt recept för metoder att göra naturvetenskap och att se relationen mellan naturvetenskapliga teorier och lagar. Enkäten är framtagen med avsikten att med hjälp av svaren skapa profiler av lärares och elevers uppfattningar om olika aspekter av NOS. Inte för att ge en summativ bedömning, utan för att bidra till en uppfattning om situationen.

VOSI-4 (Schwartz et al., 2008) har utvecklats för att på liknade sätt som VNOS ge en inblick i uppfattningar om NOS och de olika uppfattningarna om NOS. Författarna har utvecklat ett öppet instrument som bedömer uppfattningar om

naturvetenskapliga undersökningar, *Views of scientific inquiry* (VOSI). Det finns ingen fullständig skiljelinje mellan NOS och NOSI de finns i nära anslutning till och överlappar varandra. NOS-aspekter avser till största delen produkten av inquiry, naturvetenskaplig kunskap, medan NOSI-aspekterna mest handlar om inquiry utifrån *hur* kunskapen utvecklas och accepteras. Det handlar om vad den lärande kan i relation till inquiry snarare än förmågan att genomföra inquiry. De allmänna aspekterna av NOSI inkluderar vetenskapliga undersökningar i form av att ställa och svara på frågor och att jämföra svaren med vad forskare redan vet; att forskare använder olika typer av undersökningar beroende på de frågor som de har för avsikt att besvara; att forskare strävar mot att bygga och revidera teoretiska modeller för, många gånger, icke-observerbara mekanismer; att vetenskapliga förklaringar betonar bevis, har logiska och överensstämmande argument, samt använder naturvetenskapliga principer, modeller och teorier; att vetenskapliga undersökningar styrs av aktuell kunskap och teorier och forskares förväntningar; att data och bevis har olika syften och kommer från olika källor; att forskare granskar och ifrågasätter andras resultat.

Analys av data

Dataanalys i kvalitativ forskning handlar inte om att testa om en hypotes håller, inte heller om att göra generaliseringar eller förutsägelser. Det handlar om att analysera data för att skapa ordning och ge mening åt insamlad data (Bogdan & Biklen, 1982). Till skillnad från kvantitativa metoder där analysen sker i slutet av studien sker kvalitativ forskningsanalys samtidigt som datainsamlingen (Huberman & Miles, 1984). I stället för en deduktiv analys som ofta sker med kvantitativa metoder så använder sig kvalitativa metoder av induktiv analys

(Bogdan & Biklen, 1982). Forskaren samlar in möjlig information och organiserar dem i teman och upptäcker mönster ur ett avsett perspektiv. Syftet med en induktiv analys är att identifiera de mönster och teman som växer fram som relevanta för forskningsfrågorna. I denna studie var analysen en pågående process som började i och med först insamlad data. Analysen genomfördes parallellt med datainsamlingen. Samtidig dataanalys i kvalitativa studier har fler fördelar jämfört med den analys som sker efter det att all data samlats in. Huberman och Miles (1984) menar att genom reflektion över nyligen insamlad data skapas nya frågor och det kan ge en ny inriktning på studien.

Det centrala kravet i kvalitativ analys är en klart tänkande analytiker (Robson, 2002). Fetterman (1998) anser att analysen är lika mycket en test av forskaren som det är en test av data.

First and foremost, analysis is a test of the ability to think – to process information in a meaningful and useful manner (s. 93).

Detta är något jag var medveten om och tog hänsyn till. Första frågan jag ställde mig när jag studerade studiens data var ”Vilket ljus kan denna information kasta över mina forskningsfrågor?”. Forskningsfrågorna hjälpte mig att ordna och välja ut delar av data. Jag valde ut händelser och organiserade dem så att de skulle bli meningsfulla i förhållande till studiens syfte. Utvalda händelser som är meningsfull för en viss publik kan organiseras och utvärderas av berättaren (Reissman, 2004). Holloway och Wheeler (2002) varnar för att innehåll i förstahands berättelser framkommer ur ett selektivt minne. De betonar dock att min-

neshändelserna, liksom de erfarenheter människor väljer ut från sitt minne, fokuserar på de viktiga aspekterna av deras sociala verklighet. Även Koch (1998) försvarar legitimiteten i att använda berättelser för forskningsändamål.

Jag använde mig av en *Thematic coding approach*, en allmängiltig metod för analys av kvalitativ data, här använd som en realistisk metod för att analysera deltagarnas upplevelser av verkligt sammanhang (Robson, 2002). Mycket tid lades på att bekanta mig med data. Jag transkriberade själv allt material och gjorde flera omläsningar. Under tiden förde jag anteckningar över de idéer jag fick.

I ett första steg av analysen identifierades relevanta sektioner av transkriberade data. Dessa avsnitt blev sedan omlästa för att identifiera gemensamma eller särskiljande karaktäristika. Först identifierades alla partier där lärarna diskuterade hinder och möjligheter med implementeringen av inquiry-undervisningen.

Även partier där läraren uttryckte sin kunskap om NOS och NOSI identifierades, liksom de där deras tankar om syfte och mål med undervisningen kom till uttryck. Första analysen innebar att märkta textavsnitt placerades i fyra ”boxar”: hinder, möjligheter, NOS/NOSI samt lärarens syften och mål med undervisningen, se figur 7. Med utgångspunkt i detta fick grupper av citat från de olika boxarna induktivt rubriker (lärarens ämneskunskaper, NOS-kunskaper, inquiry-kunskaper, pedagogiska och praktiska kunskaper, sociala och kulturella krav, nationell styrning, lärarens uppfattning om elevers förmåga, elevernas ovana inför arbetssättet, elevernas bristande NOS-kunskaper samt avsaknad av lämpligt material). Dessa rubriker kategoriserades först tematiskt till 7 preliminära teman som sedan efter ytterligare läsning och diskussioner med mina handledare bandades ner till 3, se figur 7.

Fig 7. Schematisk beskrivning av dataanalysens olika steg.

Metoddiskussion

Validitet och reliabilitet är begrepp som används inom kvantitativ forskning, men det kan även användas i kvalitativ forskning (Kvale, 1997). Den inre validiteten, trovärdigheten, beror på flera olika faktorer, till exempel hur forskningsprocessen påverkar kunskapens giltighet (Robson, 2002). Forskningsprocessen utgick från att fånga lärares uppfattningar om inquiry-undervisning under tiden de deltog i studien. Studien hade formen av en pilot för en kompetensutvecklingsinsats (KI), se ovan. Eftersom jag själv står för designen av både KI och inquiry-materialet fanns det en risk att jag inte lade märke till avvikelser i data. Detta var jag medveten om och försökte i så stor utsträckning som möjligt tolka vad lärarna sa, i stället för att låta mig påverkas av vad jag skulle önska att de sagt. I resultatdelen kan man läsa om hur jag i detalj försöker beskriva lärarens uppfattning om inquiry-undervisning. Det är en komplicerad bild att beskriva.

En annan aspekt som påverkar validiteten är enligt Robson (2002) hur datainsamlingen har gjorts. Syftet med studien var att beskriva lärarens uppfattningar om NOS, elevers lärande och syfte och mål med undervisning i naturvetenskap i förhållande till inquiry-undervisning. För att få syn på lärarens uppfattningar om NOS användes etablerade enkäter, VNOS-C och VOSI-4, som bestod av öppna frågor. För att bilden av lärarens uppfattning skulle bli så tydligt uttryckt som möjligt användes två enkäter. VNOS-C hade större fokus på naturvetenskapens karaktär medan VOSI-4 hade större fokus på naturvetenskapens arbetsätt, se ovan. Eftersom naturvetenskapens arbetssätt är en del av naturvetenskapens karaktär hade enkäterna likvärdiga frågor, de gav nyanser av lärarens uppfattningar. Läraren gavs stort utrymme att skriva ner sina förklaringar till olika frågor och påståenden. Enkäterna användes även som diskussionsunderlag vid

gruppdiskussionerna, för att där ge en tydligare bild av lärarens uppfattningar. Gruppdiskussionernas utformning hade avsikten att skapa en miljö för läraren där hon fick tillfälle att beskriva sin uppfattning om sin undervisning. Lärarna undervisade med likadant undervisningsmaterial för att få större insikt i och förståelse för varandras situation. Min roll i diskussionerna var att ställa utmanande frågor för att i så stor utsträckning som möjligt fånga upp lärarens beskrivning av sin situation. Lärarnas delaktighet i utvecklandet av materialet öppnade upp för diskussioner om både hinder och möjligheter. En tredje datainsamlingsmetod var storyline. Storyline gav läraren tillfälle att reflektera över sina egna kunskaper och sin egen utveckling. För läraren innebar det en slags dagboksanteckning över hur hon upplevde situationen vid ett speciellt tillfälle. Lärarnas reflektioner vid de olika tillfällena fördes sedan samman och blev till en berättelse om hur läraren utvecklats under studiens gång. Storyline-diagrammet användes sedan som underlag för läraren när hon sammanfattningsvis berättade om sina uppfattningar och vad som hade påverkat dem.

Ger insamlad data information så att mitt resultat blir rättvist? Jag ställer mig tveksam till om enkäterna angående lärarens kunskaper om NOS och NOSI verkligen är relevanta, om de verkligen ger information om lärarens faktiska kunskaper? Rekommendationer för enkätundersökningen visar att enkäterna ska följas upp med intervjuer (Lederman et al., 2002; Schwartz et al., 2008). Några intervjuer angående enkäterna har jag inte haft möjlighet att genomföra. I stället kom lärarnas tankar kring sin undervisning fram ganska tydligt vid gruppdiskussionerna. Den tillåtande atmosfären gjorde att lärarna delade med sig av erfarenheter både från där de lyckas och misslyckas. Det jag inte är helt nöjd med,

är rubrikerna i storyline: dina kunskaper angående NOS, dina kunskaper angående NOSI, undervisningsmetoder för NOS, undervisningsmetoder för NOSI. Detta beror på att det fördesignade inquiry-materialet inte är avsett för explicit undervisning i NOS och NOSI. Intressant är ändå hur lärarna ser på NOS och NOSI och hur denna uppfattning kan kopplas till deras syn på mål och metoder för naturvetenskapligt lärande. I studier med kvalitativ ansats används både teknisk utrustning och människor som ”instrument”. Reliabiliteten beror i denna studie på kvaliteten på diktafon och forskare. Diktafonen var av hög kvalitet och ljudinspelningarna hördes tydligt, det fanns inga utrymmen för missuppfattningar angående ljudkvalitet. Angående kvaliteten på forskaren, mig, så hade jag sedan tidigare erfarenheter av undervisning och att handleda lärare. Jag deltog i en forskarutbildning och fick dessutom stort stöd och hjälp av två rutinerade handledare.

Robson (2002) anser att sättet på vilket deltagarna har valts ut är en viktig del av validiteten. Avsikten vid val av deltagare var att alla lärare, 5 stycken, som undervisade i fysik på en högstadieskola i södra Sverige, skulle delta i studien. Två lärare visade intresse att delta, övriga ansåg sig inte ha tid att delta i projektet. Dessa två lärare, Nina och Lisa, blev ändå ett bra urval eftersom de hade olika utbildning och olika förförståelse för inquiry-undervisningen. Syftet med att ha med fler lärare var inte bara för att upptäcka nyanser i lärares uppfattningar. Samarbetet i sig var också en viktig aspekt. Av denna anledning var urvalet av lärare till studien också väl anpassat eftersom dessa lärare hade lätt för att öppna sig inför varandra och för att dela med sig av sina uppfattningar. En svaghet i studien är att det bara är två deltagande lärare, med fler lärare hade det blivit fler beskrivningar av lärares upplevelser och uppfattningar. Fler lärare kunde också

gjort att dynamiken i gruppen hade blivit annorlunda, dock hade kanske inte samma öppenhet kring deras uppfattningar kommit fram. Studien pågick under knappt två års tid och de två deltagande lärarna hade problem att koordinera undervisningen om de tre områdena under samma tidsperioder. Med fler lärare hade detta blivit ännu mer komplicerat.

Lärarna deltog på frivillig basis, de hade fått information om hur undersökningen skulle gå till och om hur data samlas in. Dessutom informerades de om att de kunde avbryta sitt deltagande när de ville. Frivilligheten kan diskuteras eftersom det bara var två deltagare. Det kan vara så att det hade varit svårt för dem att avbryta sitt deltagande då de kanske kände att de behövde ställa upp för varandra. Min uppfattning är ändå att dessa lärare deltog för att de känner att de har ett behov av att förändra sin undervisning och såg det som en möjlighet till kompetensutveckling. Jag kände ett stort ansvar för insamlad data och hade den största avsikten att inte skada någon, undvika bedrägeri, ha informerat samtycke, säkerställa integriteten och att allt skulle behandlas konfidentiellt. Insamlad data förvaras på säkert sätt och behandlas bara av mig och mina handledare. För att försvåra eventuell identifiering har lärarna fått fingerade namn vid analys och rapportering. Endast kvinnonamn har använts. Av samma anledning har exakta uppgifter om ålder och bakgrund för lärarna inte angetts. Den aktuella miljön för studien benämns skola A i en kommun i södra Sverige. Det är lärarna som studeras i denna undersökning, men alla berörda elever har fått hem ett brev som informerar om undersökningen och att all data behandlas enligt etiska rådets rekommendationer, se bilaga 5.

Angående informanternas tillfälle att rätta felaktiga uppfattningar, som också är en viktig del av validiteten (Robson, 2002), valde jag att inte belasta lärarna med att läsa transkriberingen. Lärare är högt belastade med arbetsuppgifter och jag värderade att de tog sig tid att delta i studien med alla extra uppgifter och tid det tog. I stället var jag mycket tydlig vid diskussionerna om att lärarens uttryck uppfattades korrekt. Ofta ställdes följdfrågor som exempelvis: ”har jag uppfattat dig rätt...?” och ”menar du att...?” Vid diskussionen om lärarens storyline lade jag fram den bild jag hade av situationen och läraren fick tillfälle att rätta till eventuella missuppfattningar.

Analysprocessen, som är en viktig del för att beskriva validiteten (Robson, 2002) bestod av flera steg och flera viktiga beslut togs längs vägen. Första steget i analysprocessen var att jag tillsammans med mina två handledare läste transkriberingen för att upptäcka teman. Den första sorteringen var att lägga märke till när lärarna pratade om hinder, möjligheter, NOS och sina egna syften och mål med undervisningen. Relevant data identifierades och samlades under rubriker. Att ge utvalda ord eller fraser en märkning som något av särskilt intresse, anser Huberman och Miles (1994) vara ett analytiskt drag. Andra steget i analysprocessen var att vi läste varje tema för sig för att försöka hitta gemensamheter, vi letade efter en röd tråd. De röda trådar vi tillsammans fann var lärarnas uppfattningar om: sina kunskaper i och om naturvetenskap, elevers lärande, undervisningsstrategier och bedömning. Kvar från första sorteringen var lärarnas uppfattningar om egna syften och mål med undervisningen. Vi såg att detta gav beskrivningar om lärarens egen utveckling. Det vi analyserade var exakta transkriberingar från ljudupptagningar samt utskrifter från enkätsvar. Eftersom det är män-

niskors sätt att beskriva sin uppfattning är det emellertid alltid tolkningar av deras berättelser vi gör. Av den anledningen lästes transkriberingarna inte bara av mig som datainsamlare utan även av mina två handledare. Jag försökte under hela studiens gång att se på problemet ur olika infallsvinklar.

I en kvalitativ studie definierar inte forskaren generaliserbarheten utan presenterar vägen och de fynd som gjordes vid slutet av vägen (Robson, 2002). Det är sedan upp till läsaren att avgöra generaliserbarheten.

I följande kapitel redogör jag för resultaten. Jag rapporterar resultat angående slutgiltiga teman som framkom vid analysen, se figur 7.

- Lärarens uppfattning i och om naturvetenskap
- Lärarens uppfattning om elevers lärande i och om naturvetenskap
- Lärarens uppfattning om undervisningsstrategier och bedömning

I diskussionsdelen sammanför jag utifrån forskningsfrågorna resultat från studien med tidigare forskning inom området. I det sista kapitlet delar jag med mig av mina slutsatser samt diskuterar konsekvenser och begränsningar av denna forskning. Kapitlet avslutas med en diskussion om lärarens uppfattning om sin egen utveckling.

Resultat

Detta kapitel består av två huvuddelar som omfattar en beskrivning av de tidigare nämnda lärarnas uppfattningar om inquiry-undervisning. Underlaget för denna redovisning utgörs av lärarnas enkätsvar från VNOS-C och NOSI-4, samt relevanta kommentarer från gruppdiskussioner och diskussioner kring lärarens storyline. I resultatet redovisas för lärarnas uppfattningar om inquiry-undervisning kopplat till de tre teman som framkom i analysen. Dessa handlar om lärarens uppfattningar i och om naturvetenskap, elevers lärande i och om naturvetenskap samt undervisningsstrategier och bedömning. Lärarnas uppfattningar presenteras utifrån det som lärarna uttrycker som hinder och möjligheter. Detta görs för att få en helhetsbild, men också för att kunna urskilja vissa aspekter. Avsnittet avslutas med att lärarens uppfattning om sin egen utveckling presenteras kronologiskt för att läsaren ska kunna följa med och se utvecklingen. De båda kapitlen inleds med en presentation av läraren för att ge en förförståelse för de redovisade resultaten.

I den löpande texten har utskrifter från enkätsvar, gruppdiskussioner och lärarens berättelse om sin storyline redigerats varsamt. De grövsta talspråksformerna är ortografiskt normaliserade för att öka läsbarheten. För att kunna härleda citaten är de refererade med namn, datum och källa. Gruppdiskussioner benämns (grp), storyline (sl) och enkäterna (VNOS-C respektive VOSI-4).

Lisa

Lisa har tidigare erfarenhet av arbete med yngre barn, senare i livet fortbildade hon sig till lärare. Hon har nu arbetat som lärare i många år. Lisa har en lärarexamen som grundskollärare i naturvetenskap och matematik för åk 1-7. Hon visade intresse att vara med i studien eftersom hon varit borta från undervisningen ett år och ville få ny inspiration för hur hon kunde arbeta med eleverna. Under tiden hon varit borta hade en ny läroplan implementerats och denna kände hon sig osäker på. Hon såg ett deltagande i studien som en möjlighet att förankra den nya läroplanen i sin undervisning. Lisa valde inledningsvis att delta med tre klasser, två klasser årskurs 9 och en klass årskurs 8. Efter första delen ville varken Lisa eller eleverna i dessa tre klasser arbeta med materialet fler gånger. Men Lisa inspirerades av Ninas, deltagande lärare 2, engagemang med sina klasser och valde att prova på en gång till, denna gång med en annan klass, årskurs 8. Vid detta tillfälle fungerade det mycket bättre och Lisa valde att arbeta med denna klass och materialet ytterligare en gång. Läsåret 2012/2013 var det årskurs 8 och läsåret 2013/2014 årskurs 9. Det tredje området genomförde Lisa vid starten av höstterminen 2013. Utanför studien fortsatte Lisa att arbeta med materialet, även med en av de tre klasserna som misslyckades första gången.

Lisas uppfattningar i och om naturvetenskap

För Lisa innebar inquiry-undervisning ett annat sätt att behandla ämnesinnehållet på. Lisa kände sig begränsad i sina kunskaper vad det gällde de ämnesövergripande frågeställningarna. Därmed hade hon svårt att stimulera eleverna och visa eget intresse för området. Lisa förmedlade en bild av att ämnesområdet var avancerat och svårt.

Jag ville gärna fånga elevernas frågor, men det fanns hela tiden en oro att jag inte skulle klara av att svara på dem. (Lisa, sept-12, grp 2)

Jag kunde ju inte så mycket själv i ämnet eftersom jag inte undervisat i biologi på 10 år. (Lisa, nov-12, grp 4)

Ett stort problem för Lisa var att hon upplevde att hon inte förstod vad eleverna skulle göra när de uppmanades att planera en undersökning. Lisa hade inte tidigare funderat över hur man arbetar inom naturvetenskapen och hur man skapar förklaringsmodeller och teorier om hur naturen fungerar. I båda fallen ansåg hon att det viktigaste var att man ägnade sig åt något praktiskt. Ett undersökande arbetssätt blev på så sätt synonymt med att använda experiment för att påvisa en teori. Att formulera en fråga och fundera ut hur man ska gå tillväga för att hitta bra förklaringsmodeller, förstod Lisa inte innebörden av. Hon var mer van vid arbetssätt att leta efter fakta eller att visa på förklaringar med laboration. Lisa ansåg att naturvetenskapliga teorier kommer fram ur mycket experimenterande. Hon menade att experimenterande följer en vetenskaplig metod som utgår från en modell med hypotes, experiment och slutsats. Med en undersökning, som hon ser synonymt med observation, menar hon att det i stället är fakta som ger material till slutsatsen. Lisa hade en uppfattning om att kreativitet och fantasi var viktiga egenskaper hos en forskare. Hon insåg att forskarens förkunskaper och olika kulturella bakgrund kan påverka forskningsresultatet. Däremot trodde hon inte att forskare väljer bort data som inte passar in i deras forskning.

Jag förstod inte riktigt vad materialet innebar, jag förstod inte riktig var vi var på väg. (Lisa, sept-12, grp 2)

Jag vet inte riktigt vad man menar med den naturvetenskapliga arbetsmetoden om man menar det arbetssätt man arbetar efter i skolan, eller om man menar hur man arbetar inom naturvetenskapen. (Lisa, nov-13, grp 5)

Experiment innebär att man testar själv en hypotes och reflekterar och nya frågor dyker upp. Teorier kommer upp efter *mycket* experiment. Jag tror att forskare använder sig av kreativitet och fantasi hela tiden, kanske minst under datainsamling. Olika forskare betyder att de har olika förkunskaper, olika tankegångar, olika kulturer och olika samhällsaspekter (maj-12, VNOS-C)

Data är samma sak som fakta. Forskare måste följa den vetenskapliga metoden, för att få mer likvärdighet. (Lisa, maj-12, VOSI-4)

Lisa påpekade i diskussioner att hon tillsammans med eleverna hade lärt sig något nytt som hon egentligen ansåg vara för svårt ämnesinnehåll. Efterhand som Lisa använde materialet ansåg hon att hon utvecklades. Hon berättade att hon lärde sig själv också, framför allt att förstå ämnesinnehållet på ett annat sätt. Andra området handlade om strålning, Lisa hade mer egna erfarenheter inom det ämnesområdet och vågade sig på fler diskussioner med eleverna. Hon kunde också uppmuntra och utmana dem på ett annat sätt. Det fanns inte samma rädsla för att hon inte skulle kunna klara av diskussioner med eleverna under arbetet med det andra området. Vid flera diskussionstillfällen lyfte hon hur intressanta hon tyckte ämnesområdena var och hur bra frågor eleverna ställde.

Vi hamnade i en jätteintressant och jättespännande diskussion om extremofiler. Nu har de lagt det på minnet allihop, det är en helt ny kunskap. Egentligen tycker jag att detta är på en för hög nivå för det är ju inget man pratar om annars. (Lisa, nov-12, grp 4)

Jag tycker att man får en bra diskussion med eleverna. Det jag tycker är svårt är att jag själv inte har grepp om alla saker, men jag kommer in i det efterhand. Jag tycker ändå att det är bättre att arbeta såhär. (Lisa, nov-12, grp 5)

Lisa förändrade sin uppfattning något vad gäller naturvetenskapens karaktär och naturvetenskapens arbetssätt. Data beskrev hon inte längre som synonymt med bevis. I stället beskrev Lisa att data var något man fick fram som sen kunde sammanställas. Vad gäller bevis, såg hon det mer som en slutsats eller ett samband. Tidigare hade hon uppfattningen att forskare upptäcker saker genom att göra experiment. Senare resonerade hon mer om att det handlade om att forskare arbetar för att få fram data som de kan dra slutsatser utifrån. Lisa hade också utvecklat sin uppfattning om vad som krävs för att kunna övertyga andra om sina påståenden. Hon ändrade sin uppfattning till att det måste finnas många olika naturvetenskapliga metoder som skiljs åt beroende på sociala och kulturella faktorer. All naturvetenskaplig forskning utgår från en fråga, menade Lisa, men metoderna för att söka svar på frågan kunde skilja sig åt. Hon lade också till att forskare bör göra många experiment, många undersökningar och samla in mycket data för att kunna ge en bra förklaring. Lisa hade blivit lite mer skeptisk till vad forskarna gör när de upptäcker motsägelser i sin forskning. Lisa började reflektera över betydelsen av forskarens egna tolkningar.

En undersökning som går att upprepa och som ger samma resultat måste väl ge större trovärdighet? (Lisa, apr-13, grp 7)

Det finns många naturvetenskapliga metoder, kulturellt och socialt kan de skilja sig åt, personernas egna tolkningar har också en betydelse. Grunden är nog en fråga, men hur tillvägagångssättet sker kan skilja. Den behöver

också kunna prövas av andra så att man ser att den stämmer. Det finns en risk att forskare plockar bort data, det kan bero på om det finns en ekonomisk del i det hela. Ekonomi och moral motsäger sig ibland, eller ofta kanske. (Lisa, okt-13, VOSI-4)

Lisas uppfattningar om elevers lärande i och om naturvetenskap

Som jag beskrev inledningsvis, hade Lisa problem med inquiry-undervisningen eftersom klassrumsstrukturen ändrades. Att lära sig naturvetenskap genom inquiry blev för Lisa och hennes elever ett nytt förhållningssätt till lärande. Lisa beskrev arbetssättet som friare. Hon menade att det krävdes andra saker av eleverna, både att de skulle tänka själva och att ta ansvar för sitt lärande. Det krävdes även andra saker av Lisa. Hon säger att hon inte har samma kontroll och kände därför att hon inte riktigt kunde föreställa sig vad som skulle hända och hur resultatet skulle bli.

Det här är ett annorlunda arbetssätt än vad eleverna är vana vid, det märker jag jättetydligt. Det kanske inte går. Detta material är ju trots allt lite friare, det är mer att man ska tänka själv. Eleverna är inte vana vid det här fria arbetssättet. (Lisa, sept-12, grp 1)

De är mer vana vid att det ska vara bestämt angående vad det är de ska kunna. De är mer vana vid ett arbetssätt där jag skriver på tavlan, och de skriver av. (Lisa, sept-12, grp 2)

Eleverna är väldigt osäkra i vad det är som krävs av dem. Det kommer nog att ta tid att förändra elevernas sätt att tänka. De är ju så vana vid ett annat arbetssätt. Jag känner att jag inte har samma kontroll som innan. (Lisa, nov-12, grp 4)

Ett annat hinder för inquiry-undervisning handlade om Lisas uppfattning om elevernas förmåga att lära naturvetenskap. Inledningsvis hade hon uppfattningen att det fanns vissa elever som inte hade förmågan att arbeta självständigt. Hon menade även att eleverna var för unga för detta arbetssätt. Inquiry-materialet hade som avsikt att eleverna skulle formulera naturvetenskapliga argument, Lisa ansåg att det var svårt för unga elever att förstå tankesättet med ett naturvetenskapligt argument. Framför allt att de skulle kunna skilja på ett naturvetenskapligt argument i förhållande till andra sätt att argumentera. Här återkommer jag även till att hon ansåg att ämnesinnehållet var för svårt. Det handlade, som jag tidigare nämnt, om Lisas egen osäkerhet i ämnet, men också om kopplingen till hennes tro på elevernas förmåga.

Det finns elever som inte klarar av att arbeta självständigt utan översikt av läraren. Eleverna är ju så unga och alla har inte förmågan att ta det ansvar vi vill ge dem. (Lisa, sept-12, grp 1)

Även tankesättet att man ska kunna skilja ett naturvetenskapligt argument från andra argument, tror jag är rätt svårt för barn i den här åldern. (Lisa, sept-12, grp 2)

Min största uppgift som lärare är att skapa ett intresse hos eleverna, är det på för svår nivå för dem så dödar man intresset, jag skulle vilja göra om materialet och sänka nivån. (Lisa, okt-12, grp 3)

Framgången för inquiry-undervisningen var att Lisa såg att eleverna engagerade sig i frågeställningarna. Hon tyckte inte att det gjorde så mycket längre att det blev högre ljudvolym i klassrummet. Lisa märkte att eleverna kunde arbeta självständigt. Hon såg fördelar med det då hon fick mer tid att lyssna på och stödja elever mer individuellt.

Eleverna är så kreativa så jag blir alldeles bringad ur fattningen, eftersom alla gärna pratar samtidigt försöker jag fördela dem i lokalerna. (Lisa, sept-12, grp 2)

Efterhand som vi får mer rutin på detta arbetssätt ser jag att där finns flera elever som kan arbeta självständigt. Då blir det mer utrymme för mig att sätta mig tillsammans med dem som inte är lika självgående. (Lisa, okt-12, grp 3)

En annan möjlighet var att Lisa reflekterade över sin egen roll när hon planerade undervisningen. Lisa bytte riktning från att anse att elever inte kan och inte vill, till att det kan ha med hennes egen undervisning att göra om elever inte lär sig. Efterhand som undervisningen med inquiry-materialet fortgick, märkte Lisa att elever kunde en hel del och att de var kreativa. Även om ämnesinnehållet var svårt visade eleverna intresse att förstå. Lisa märkte hur elevernas engagemang ökade och att det gav dem möjligheter att visa att de både kunde och ville.

Jag känner att det är fel någonstans. Elever är intresserade och kreativa i de yngre åldrarna, men intresset för NO försvinner. Det måste vara undervisningen det beror på. (Lisa, sept-12, grp 1)

Jag ser nu att eleverna är jätteduktiga. De är fantastiska måste jag säga, och kreativa. Det finns verkligen de elever som lyfter diskussionen till en högre nivå. (Lisa, sept-12, grp 2)

Eleverna visar intresse även när de tycker det är svårt. Jag har elever som verkligen har utmärkt sig när de fått arbeta på det här sättet. (Lisa, nov-12, grp 4)

Lisas uppfattningar om undervisningsstrategier och bedömning

Lisa hade en bild av att materialet skulle användas på liknade sätt som under hennes tidigare undervisning. När det visade sig att det krävde helt andra saker av både henne själv och eleverna, blev det svårt för Lisa. Elevernas reaktioner var inte heller något som hon var förberedd på. Missförstånden i inledningsskedet gjorde att Lisa visade sin misstro gentemot materialet inför eleverna. Hon lyckades inte få eleverna intresserade av frågorna och viss kritik riktade Lisa även mot inquiry-materialets layout. När de arbetade med första delen fokuserades det mycket på att eleverna skulle skriva, vilket innebar att de som inte var så bra på det inte fick så mycket gjort.

Jättemånga elever har inte förstått vad det är de ska skriva eller vad det är de förväntas göra. Det har säkert med mig att göra eftersom jag inte heller riktigt förstått vart vi är på väg. Materialet passade inte mig och då passade det naturligtvis inte heller eleverna, man präglar ju av. Först trodde jag att materialet skulle användas på ett annat sätt, mer som vi arbetade innan. Det var nog det som gjorde att det var så svårt. (Lisa, sept-12, grp 2)

Den första delen har varit mycket inriktad på att eleverna ska skriva, dokumentera och argumentera skriftligen, då har de fallit bort som inte klarar det (Lisa, aug-13, grp 8).

Första momentet i inquiry-undervisningen handlade om att eleverna skulle uttrycka sin egen uppfattning i frågan. Detta blev ett problem för Lisa eftersom hon inte såg några fördelar med att de skulle skriva ner sin egen förklaring. Hon ansåg att eleverna inte hade någon förklaring förrän de fått undervisning i det berörda ämnet. Därför ansåg hon att de måste få leta efter de rätta svaren i läroboken i stället för att skriva ner sin egen uppfattning. Både Lisa och eleverna var

inställda på att leta efter och ge ett rätt svar. De öppna frågeställningarna i sig skapade problem. Syftet med inquiry-materialet försvann eftersom Lisa hade denna uppfattning. De följande stegen som handlade om att bedöma sin förklaring och att leta efter bevis för att stödja sitt argument hade inte längre någon betydelse. Det fanns inte heller någon anledning för eleverna att planera för hur de skulle gå till väga för att undersöka frågan.

Jag ser inte någon vinst med att eleverna först skriver ner sina egna tankar. (Lisa, sept-12, grp 1)

Det hade varit bättre med en uppgift som både handlade om deras egna tankar och att de skrev en förklaring. (Lisa, sept-12, grp 2)

När jag läser deras egna tankar så innehåller de inte så mycket och eleverna vill gärna skriva rätt redan på detta moment. (Lisa, okt-12, grp 3)

Lisa såg inledningsvis inte hur elevernas egna frågor skulle kunna vara en inkörsport för att vilja leta efter bevis som skulle stärka deras förklaring. Lisa ville gärna hitta sätt att motivera eleverna till att skriva förklaringar som innehåller bevis. Samtidigt hade varken Lisa eller eleverna någon uppfattning om hur man kan använda bevis i en argumentation.

Jag behöver också hjälp med hur jag ska göra för att motivera dem att skriva förklaringar som innehåller bevis. Jag ser inte heller riktigt hur de skulle kunna använda sina egna frågor. Hur skulle vi kunna arbeta utifrån elevernas frågor? (Lisa, nov-12, grp 4)

Eleverna behöver kunskaper om hur man bygger upp en argumentation, vi kommer ofta till diskussioner om vad en argumentation är och vad det innebär att den innehåller bevis. (Lisa, dec-12, grp 6)

Lisa kände sig osäker angående vilka kunskaper som eleverna skulle utveckla. Elevernas reaktioner var viktiga för Lisa, eftersom hon var mån om att ha en bra relation till dem. Trots att eleverna uttryckte att de lärde sig mer när de arbetade på det här sättet kände Lisa en osäkerhet kring hur de skulle klara nationella provet.

Jag är fortfarande inne i gamla tankesätt om undervisning enligt tidigare läroplaner. (Lisa, sept-12, grp 2)

Eleverna säger att de lär sig mycket mer med det här arbetssättet men jag känner mig lite osäker ändå om de lär sig rätt saker med tanke på hur man utökar de nationella proven. (Lisa, okt-13, sl)

En möjlighet för inquiry-undervisning var att Lisa efterhand såg en förändring hos sina elever gällande deras lärande. Hon lade märke till att eleverna tänkte på ett annat sätt när de arbetade med sina egna frågor. De fick även tillfälle att uttrycka sin egen uppfattning om dessa. Lisa ansåg att hennes viktigaste roll som lärare var att skapa nyfikenhet och intresse. Detta bekräftades när hon såg att elevernas arbete med sina egna frågor skapade både nyfikenhet och intresse. Arbetssättet uppmuntrade till diskussioner och elevernas lärande blev mer synligt för Lisa. Hon såg också fördelar med diskussionerna där hon kunde leda dem vidare i deras tankar. En annan möjlighet som gjorde att Lisa började tro mer på arbetssättet var att eleverna inte längre bara studerade detaljer. I allt större utsträckning inbjöd frågeställningarna till att se helheter, samband och sammanhang.

Jag har fått en förståelse för att det här arbetssättet är ett bra sätt att lära sig på, att eleverna lär sig bättre på detta sätt, det är den stora vinsten. När eleverna får utgå ifrån sina frågor och så mycket som möjligt koppla det till vardagen eller samhället, tror jag att det är en väg för att eleverna ska få större intresse. (Lisa, okt-12, grp 3)

Arbetssättet innebär att de behöver tänka lite mer runt omkring för att få ett samband eller ett sammanhang på något sätt. Jag ser verkligen att eleverna lär sig, men det gäller att vara nära dem hela tiden, vara aktiv och lyssna. Elevernas diskussioner ger möjligheter för mig att leda dem vidare för att tankemässigt utvecklas. (Lisa, okt-13, sl)

Efterhand som Lisa arbetade tillsammans med eleverna kring materialet fungerade arbetet med arbetsmodellen bättre. Hon beskrev det som att hon själv hade ett annat utgångsläge. Hon var mer övertygad om vad hon ville att eleverna skulle lära sig. Hennes muntliga presentation av arbetet med materialet blev mycket säkrare och tydligare. Lisa hade skapat sig en positiv uppfattning om sättet att undervisa och detta spred sig till eleverna. Hon var också mer beredd på elevernas reaktioner och frågor.

Det kändes helt annorlunda andra gången när jag presenterade materialet eftersom jag kunde förklara vad det skulle mynna ut i. (Lisa, aug-13, grp 8)

Syftet med det här arbetssättet landade inte hos mig själv förrän jag provade att genomföra det med mina elever. När jag arbetade med materialet för tredje gången så kändes det jättebra och eleverna tyckte det var jättebra. Det har säkert att göra med mig för jag är en helt annan nu när jag presenterar eftersom jag vet vad det handlar om och tror på det själv. (Lisa, okt-13, sl)

Undervisningen av första området var mödosam och Lisa var inte nöjd med resultatet. Ändå ansåg hon vid en senare reflektion att det var bra att få prova på och att få genomföra med elever för att få en känsla av vad det handlade om. Lisa tyckte att det hade varit värdefullt att få vara med och förändra materialet. Att aktivt vara med och utveckla materialet gjorde att de blev mer engagerade. Att förändra sin undervisning och sitt sätt att tänka om lärande var svårt. Lisa menade att hon inte hade fortsatt efter första delen om hon inte känt uppmuntran och stöd i gruppdiskussionerna. Efter att ha arbetat med materialet en tredje gång var Lisa mycket positiv till arbetssättet. Hon kunde se sin egen utveckling och vilken betydelse hennes egna uppfattningar om syfte och mål har för hur undervisningen ska bli.

Jag tycker det har varit bra att vi fick prova på i början och att materialet gav en bas att utgå ifrån. Men det var också viktigt att vi fick tycka till och förändra materialet så att det passade oss och våra grupper bättre. Då tänker man mer på att man ska förbättra och då är man mer engagerad i det hela. Det har haft stor betydelse att vi har träffats och pratat om undervisningen. Jag ser på min linje i diagrammet att jag fått mer kunskaper om undervisningsmetoder. Jag känner att jag blivit berikad på ett nytt arbetssätt. (Lisa, okt-13, sl)

Lisa såg fördelar med inquiry-undervisningen även när det gällde att bedöma elevernas kunskaper. Diskussionerna gav tillfälle för Lisa att både få reda på vad eleverna hade för kunskaper, men även att se vilka svårigheter de hade. Denna information använde hon formativt så att hon själv fick reda på vad hon behövde

jobba mer med. Hon använde informationen även formativt för att se utvecklingssteg för den enskilda eleven. Lisa skapade ett system där hon förde noteringar i ett häfte. Anteckningarna handlade bland annat om elevernas utveckling avseende förmåga att lyfta diskussionerna till en högre nivå. Som komplement till elevernas skrivna texter använde Lisa sig av inspelningar från gruppdiskussioner. Dessa använde hon sedan som en bedömningssituation. Lisa såg många fördelar med den muntliga bedömningen eftersom fler elever fick möjlighet att visa sina kunskaper.

Det är bra när man kan utgå från elevernas egna texter för att visa på hur de ska kunna utvecklas till nästa gång. (Lisa, sept-12, grp 2)

När jag går runt och pratar med eleverna så får jag inte bara syn på vad de kan utan även vilka svårigheter de har. (Lisa, nov-12, grp 5)

Vid ett redovisningstillfälle, där elevernas diskussioner spelades in, valde jag att sitta med. Jag blev överraskad när en elev, som jag inte hade förväntat mig det av, föreslog en tredje fråga som hon tyckte kunde handla om vad de hade lärt sig för något nytt. (Lisa, aug-13, grp 8)

Lisas uppfattningar om sin egen utveckling

När Lisa reflekterade över vad eleverna lärde sig och vad som gjorde att de lärde sig, framkom hennes insikt om att eleverna påverkas av hennes bild av vad de ska lära sig. Hon märkte i mötet med eleverna att de ville skriva ”tillräckligt mycket” för att göra henne nöjd. Eleverna ville också arbeta på ett sätt som gjorde att de kunde svara rätt på proven. Detta gjorde att Lisa allt mer värderade att eleverna tränade sig i att formulera och uttrycka sina egna tankar.

Jag har börjat fundera över vad det är för kunskapsbild jag förmedlar när jag arbetar utifrån att de ska skriva av tavlan. Det blir mer en form av inmatning, ”korvstoppling”. Nu tänker jag nog mer att de ska tänka att deras egna tankar är viktiga. (Lisa, sept-12, grp 2)

Jag hoppas också att de får med sig ny fakta så att det blir något mer än det de tänkte från början, så att det blir en kunskapsutveckling på det sättet också. När de arbetar med detta material så känner jag att de får med sig något ur sin egen synpunkt också. Jag tror det ligger väldigt mycket i diskussionerna med varandra. (Lisa, okt-12, grp 3)

Efterhand kände sig Lisa mer säker på vad hon ville åstadkomma med arbetet med inquiry-materialet. Hon hade mer tålamod med att det blev lite rörigt inledningsvis och att eleverna ifrågasatte undervisningen. Lisa hade uppfattningen att det fick ta tid i början att komma in i det nya arbetssättet som ju gick ut på att arbeta mer självständigt. Hon var tydlig med att ge en helhetsbild av området. Lisa ville att eleverna skulle få en känsla av vad det skulle handla om, och vad som var målet med undervisningen. Även arbetsmodellen lade hon stor vikt vid genom att tydligt gå igenom varje steg. Hon uppmanade även eleverna att inte styras av inquiry-materialets texter utan att använda böcker eller söka information på internet i stället.

Det får bli lite rörigt och det får bli lite ”sådär”. Jag vill också att eleverna arbetar med frågeställningarna, att de svarar på dem genom att själva söka fakta. (Lisa, nov-12, grp 4)

Eleverna behöver tränas i att bli mer självständiga. (Lisa, nov-12, grp 5)

Jag har också upptäckt att det krävs vid starten att man pratar med dem om materialet och arbetsmodellen, och berättar vad som är målet med det här.

Jag vill att eleverna reflekterar över vad de måste göra för att lära sig nya saker som de inte kan från början. (Lisa, dec-12, grp 6)

Som jag tidigare nämnt var det svårt för både Lisa och hennes elever att hitta undersökningsbara frågeställningar. Steget som innebar att eleverna skulle reflektera över sina resultat, fick efterhand innebörden att samla tankar för att svara på huvudfrågan. Lisa såg det som ett sätt för eleven att reflektera över vad de hade gjort och vad de hade lärt sig. Hon gav också förslag på hur detta ytterligare skulle kunna synliggöras för eleverna genom att de dessutom skulle få skriva en utvärdering.

Eleverna och jag har pratat om det här med att ”reflektera över dina resultat”. Om jag har förstått allting rätt så handlar det om frågor och påståenden man har i huvudet när man gör en slutgiltig sammanställning. (Lisa, nov-12, grp 5)

Man skulle kunna låta eleverna göra en utvärdering efteråt där de skriver ner några saker de lärt sig under resans gång. Det ska vara något som de verkligen har lärt sig, något nytt. (Lisa, dec-12, grp 6)

Efterhand blev Lisa allt mer säker på varför hon ville att eleverna skulle arbeta med de olika stegen. Hon uppmärksammade vad eleverna gjorde på lektionerna och vad de lärde sig. Lisa föreslog förändring av materialet så att eleverna skulle få större frihet att själva formulera delfrågor. Hon hade uppfattningen att i alla fall några elever skulle stimuleras mer om de fick större frihet utifrån huvudfrågan. Lisa visade att hon inte längre ville ha en förmedlande roll i klassrummet utan mer fungera som en handledare. Detta exemplifierades genom att hon ville

ge eleverna ett bra inquiry-material att arbeta med snarare än att ge dem rätta svar.

Till nästa område hade det varit spännande att utgå ifrån en stor fråga. Sen kunde eleverna själva formulera frågor kring vad de behövde ta reda på för att kunna svara på den frågan. Då får man ju frågor som de själva har bestämt, det kanske motiverar dem mer. De har ju arbetsmodellen sen som de kan arbeta efter. (Lisa, nov-12, grp 5)

Jag ser mer på min roll i klassrummet som en handledare nu, då är det bra att ha ett inquiry-material att ge de elever som inte kan. (Lisa, dec-12, grp 6)

Lisa hade efterhand argument för varför eleverna skulle skriva ner sin egen uppfattning om frågan först. Hon betonade även vikten av att de använde sig av bilder för att förklara. Efterhand insåg Lisa även att experiment och observation kan vara olika sätt man använder sig av inom en undersökning. Däremot märkte Lisa att eleverna hade svårt att förstå detta resonemang. Hon lade märke till att de flesta eleverna bara såg möjligheten att hitta svar på frågan genom att leta efter fakta i böcker eller på internet. Lisa fascinerades av elevernas förmåga att formulera intressanta frågeställningar som gick utanför skolans ramar. De var kanske inte alltid undersökningsbara men Lisa uppmärksammade elevernas sätt att tänka och uttrycka sig.

Denna gång använde vi en hel lektion till att gå igenom arbetsmodellen. (Lisa, apr-13, grp 7)

När man kommer till steget där eleverna ska designa och planera för hur de ska få en trovärdigare förklaring, anser de flesta eleverna att det bara

innebär att de måste hitta mer fakta. 90% av eleverna skriver det, det är ingen som skriver att för att få en bättre förklaring så ska jag göra fler experiment. (Lisa, aug-13, grp 8)

Att använda bevis för att göra förklaringen trovärdigare eller argumentet starkare, var svårt att förstå både för Lisa och för hennes elever. Lisa använde sig av inquiry-materialets ”Mus och Råttor”, bilaga 2, för att få en diskussion om hur bevis kan användas. Lisa beskrev arbetsmodellen som en hjälp för hur de skulle tänka när de arbetar på lektionerna. Lisa använde sig till stor del av muntliga redovisningar, elevernas diskussioner spelades in och Lisa lyssnade och bedömde deras kunskaper vid senare tillfällen.

Jag förstår fortfarande inte riktigt det här med bevis, eleverna förstår inte heller det. Det är spännande att de börjar tänka utanför vissa ramar. (Lisa, aug-13, grp 8)

Jag tycker det blev för mycket att skriva i de tidigare områdena så nu spelar vi in deras diskussioner i stället som en redovisningsform. (Lisa, okt-13, sl)

Lisa värderade elevernas diskussioner alltmer och reflekterade över sin egen roll för undervisning och lärande. Framför allt insåg hon hur lätt det är som lärare att prata på och gå in och styra, i stället för att lyssna. Lisa ville inte med sin närvaro påverka elevernas spontana diskussioner. Hon berättade för eleverna att diskussionernas syfte var att de skulle lära av varandra. När Lisa lyssnade på elevernas diskussioner började hon fundera på hur hon skulle kunna använda sig av all denna mängd kunskap som eleverna visade. Eleverna ställde även intressanta frågor som Lisa funderade på hur hon skulle kunna jobba vidare med. Vid arbetet

med det tredje området kände sig Lisa mycket säkrare på vad hon ville få ut med arbetet med inquiry-materialet. Lisa värderade inquiry-materialet eftersom hon såg att det gav tillfälle för eleverna att tänka självständigt. En annan anledning var att inquiry-materialet gav chanser till diskussioner och eleverna fick många tillfällen att kommunicera med varandra. Lisa värdesatte också att inquiry-materialet fick eleverna att tänka i vidare banor och själva komma på hur olika saker hänger ihop med varandra. Lisa upplevde att sammanhangets betydelse blev större för eleverna. Hon såg att arbetet med inquiry-materialet var ett bättre sätt för dem att lära sig på. Lisa fortsatte arbetet med inquiry-materialet även i de grupper där hon hade misslyckats från början. Detta har inneburit ett helt annat sätt för Lisa att se på undervisning och elevernas lärande, men det tog tid för henne att komma in i det. I sin storyline, bilaga 6, beskrev Lisa det som en process som bara hade börjat och att hon hade planer på att utveckla undervisningen mer.

När jag deltar i deras diskussioner får jag anstränga mig för att vara tyst och lyssna. Jag gillar inquiry-materialet för där får eleverna tänka självständigt. Jag tycker det är viktigt att eleverna vågar prata och att de tror på sig själva. (Lisa, apr-13, grp 7)

Sen tycker jag ändå fortfarande att de ska kunna rätt mycket fakta. En annan sak som jag tycker är viktig är att eleverna kan kommunicera sin kunskap på sitt sätt så att de kan delge varandra. Eleverna har jättemycket nytta av att tänka runt omkring för att få ett samband eller ett sammanhang. Nu har jag ju koll på läget och tror på det själv. Nu ska jag använda det i fler grupper. (Lisa, aug-13, grp 8)

Där jag känner att jag har gått ett steg fram är arbetssättet i skolan i klassrummet. Jag har gått framåt med arbetssättet, som en metod för att få eleverna att lära sig bättre. (Lisa, okt-13, sl)

Nina

Nina har arbetat som lärare i många år. Hon undervisar elever i årskurserna 8 och 9 i alla No-ämnena och teknik, samt åk 7 och 8 i matematik. Hon fortbildade sig till lärare i vuxen ålder. Hennes lärarexamen är som grundskollärare i naturvetenskap och matematik för åk 4-9. Nina visade intresse att vara med i studien eftersom hon hade en ambition att ge eleverna inflytande över sitt lärande. Hon kände att hon ännu inte hittat det rätta sättet. Nina hade en positiv inställning till inquiry-materialet när hon startade första området. Hon visste inte vad det gick ut på eller vad det skulle leda till, men hon hängav sig åt uppgifterna. Nina valde att delta med båda klasserna hon undervisade i och detta fullföljdes nästan. Vid sista området deltog hon bara med en klass, åk 8. Anledningen att inte åk 9 deltog var tidsbrist, nationella prov och ett samarbetsprojekt med Sv/SO som stod i vägen.

Ninas uppfattningar i och om naturvetenskap

Nina upplevde att hon inte hade samma detaljkontroll som vanligtvis över vilket ämnesinnehåll som skulle behandlas i undervisningen. Hon ansåg att hon hade brister i sina ämneskunskaper. Det blev problem för henne när eleverna ställde

frågor som hon inte var förberedd på. Framför allt inquiry-materialet som handlade om astronomi och astrobiologi tyckte hon att var svårt. Hon ansåg att hon inte läst på så hög nivå under sin lärarutbildning.

Vissa saker förstår jag inte själv och då blir det svårt att förklara för eleverna. När eleverna ställde en massa detaljfrågor tappade jag bort mig.

(Nina, okt-12, grp 3)

Min ambition är att koppla diskussionerna till det som eleverna känner igen, men vissa saker känner ju inte ens jag till och kan förklara. (Nina, nov-12, grp 4)

Redan i studiens inledning ansåg Nina att naturvetenskapen är förändringsbar. Det ansåg hon eftersom man hela tiden kommer med nya teorier. Att tekniken utvecklas och att vi bygger på kunskap, var något som Nina hade en klar uppfattning om. Hon visade också att hon hade en föreställning om att naturvetenskapen påverkades av sociala och kulturella faktorer, framför allt politik och ekonomi. Denna uppfattning handlade i huvudsak om vad vi i vårt samhälle väljer att lägga pengar på för forskning. Det handlade inte i lika stor utsträckning om hur forskningsresultat i sig kan påverkas av sociala och kulturella faktorer. Nina hade uppfattningen att det finns en naturvetenskaplig metod ur vilken forskare upptäcker sanningar om hur naturen fungerar. Samtidigt resonerade hon ändå om att forskare kan tolka sina resultat på olika sätt. Men hon håller ändå fast vid att när forskningen väl är fastställd så gäller den som fakta. Att forskare följer den vetenskapliga metoden säkerställer trovärdigheten, menar hon. I inquiry-undervisningen blev det en konflikt vad gällde mötet mellan två olika upp-

fattningar om vad det är eleverna ska lära sig. Antingen handlar det om att förmedla naturvetenskapens objektiva fakta eller handlar det om att naturvetenskaplig kunskap är formulerad av människor och att teorier förändras.

Nya händelser kan omkullkasta det vi tidigare trodde var sant. Vår begränsade intelligens accepterar det vi vet i dag ända tills någon/något motbevisar det. Jag tro och hoppas att forskare använder sin kreativitet och fantasi. Förutom under datainsamlingen där det bör vara ren fakta. Data tolkas och blir trovärdig på olika sätt av olika forskare. Sedan påverkas/påverkar omvärlden av det som kommer ut som fakta. (Nina, maj-12, VNOS-C)

En undersökning är teoretisk och ett experiment är en praktisk övning. En undersökning är vetenskaplig när man gjort en observation, sett ett samband bland resultaten, förklarat dem och dragit slutsatser. Forskare måste följa den vetenskapliga metoden. Forskare kan ha olika bakgrundskunskaper, kulturella eller religiösa skillnader gör att resultaten tolkas olika. (Nina, maj-12, VOSI-4)

Nina såg fördelar med att hon och eleverna tillsammans undersökte för att kunna svara på elevernas frågor. Hon upplevde det som att hon lärde sig tillsammans med eleverna. I stället för att se det som ett hinder att hon inte kunde svara direkt och rätt på elevernas frågor, blev elevernas frågor intressanta.

Allra roligast är det när eleverna kommer med frågorna. Då lär man sig själv något nytt också samtidigt som man resonerar ihop med dem. (Nina, apr-13, grp 7)

När Nina svarade på VOSI-enkäten vid studiens avslut beskrev hon forskarens arbete mer ingående och med mer avancerade begrepp. En annan skillnad var att hon beskrev data utifrån att det ska vara mätbara resultat. Dessa resultat ansåg hon kunna komma både från observationer och från experiment. Hon beskrev också vid studiens avslut att en undersökning och en observation kunde vara samma sak. En annan intressant aspekt är att Nina visade på betydelsen av att se samband och helheter för att kunna dra en slutsats. Man kunde se en förändring av hennes tidigare uppfattning, från att ha ansett att det finns en metod som man måste följa till att anse det finns många metoder och att man gör på olika sätt. Även i detta sammanhang resonerade Nina kring betydelsen av att man tolkar/värderar och drar slutsatser utifrån de resultat som kommer fram på olika sätt. Nina lyfte fram betydelsen av att upprepa sin undersökning för att kunna utesluta motsägelser i data, men också att man ibland utesluter för att kunna dra bättre slutsatser. Hon menade även att resultat påverkas av olika intressen, till exempel ekonomiska och politiska. Nina började också reflektera över vilken betydelse synen på naturvetenskapens karaktär har för hur läraren planerar för sin undervisning.

Det finns många naturvetenskapliga metoder. Det finns inget generellt "naturvetenskapligt arbetssätt", trots att vi är ålagda att undervisa om det. Resultat som kommer fram på olika sätt kan tolkas/värderas och dras slutsatser ifrån. När forskare upptäcker motsägelser i data fördjupar de sig, de upprepar sin undersökning så många gånger tills det kan uteslutas. Men det beror också på vad det letar efter, ibland utesluts data för att de ska kunna dra bättre slutsatser. De påverkas av ekonomiska och politiska intressen. (Nina, okt-13, VOSI-4)

Visst har det betydelse att läraren har kunskap om naturvetenskapens karaktär, för det påverkar sättet att undervisa. Det påverkar den kunskap som läraren anser är viktig att eleverna får med sig. (Nina, okt-13, sl)

Ninas uppfattningar om elevers lärande i och om naturvetenskap

Nina beskrev att eleverna protesterade när undervisningen inte längre innebar samma sak som tidigare. Eleverna var vana vid att få tydligare instruktioner. Nina brukade mer tydligt och direkt visa på vilka begrepp hon ville att de skulle lära sig. Nina ville gärna att alla elever skulle komma igång direkt med uppgiften och gärna visa att de presterade något, helst i skriven form. Nina kände sig mer säker på att eleverna lärde sig något när de var aktiva på lektionerna, framför allt när de läste eller skrev. Elevernas osäkerhet över vad som förväntades av dem gjorde att det blev oroligt i klassrummet. Hon beskrev det också som stressande när elever som hon visste borde kunna arbeta med inquiry-materialet valde att låta bli. Inquiry-undervisningen ställde även andra krav på eleverna, framför allt att de skulle vara mer aktiva och kreativa. Nina stötte på motstånd när hon presenterade detta nya arbetssätt.

Elever som inte kommer igång direkt både syns och hörs. Det är svårt att hantera denna situation. Det finns ett antal elever som inte är med, det gäller att försöka få med och få igång dem också.

(Nina, sept-12, grp 1)

Eleverna tycker att jag blir jobbig när jag vill att de ska utveckla sina texter.

(Nina, sept-12, grp 2)

Ett hinder för inquiry-undervisning var att Nina ansåg att alla elever inte hade förmågan att arbeta självständigt. Hon tyckte också att eleverna var för unga för att ta till sig det aktuella ämnesinnehållet. Särskilt svårt ansåg hon att det vara för elever med utländsk bakgrund. Eleverna krävde mycket uppmärksamhet av Nina när de uttryckte att det var för svårt och att de inte förstod. Detta blev en stressande situation för Nina. Hon upplevde stor frustration när hon inte hann med alla elever.

Några elever är nog för unga för att förstå. (Nina, sept-12, grp 2)

Eleverna tycker att de inte förstår någonting av det här så de kan inte ens formulera delfrågor. (Nina, okt-12, grp 3)

Efterhand som eleverna kom igång med inquiry-materialet såg Nina att eleverna hade en vilja att ta ansvar för sin undersökning och sitt lärande. Det fanns fortfarande elever som inte ansträngde sig till sitt yttersta. Men Nina lade även märke till de andra eleverna som trivdes med arbetssättet. Hon såg att de ville ha inflytande och ta ett större ansvar. Nina såg också fördelar med att eleverna arbetade självständigt eftersom det gav henne mer tid att lyssna på dem. Nina beskrev det som att deras kommunikation blev bättre och hon fick fler tillfällen att ta reda på hur de tänkte. I stället för att ge dem det rätta svaret ställde hon utmanande frågor. Det gav eleverna tillfälle att formulera förklaringar i stället.

Jag tycker att de flesta tar sig an det här på ett väldigt bra sätt. Jag har sett nya konstellationer som jobbar tillsammans mot vad jag är van vid. Det är spännande att se hur de snappar upp varandras idéer, inte för att de är kompisar utan för att de delar intresse.

(Nina, sept-12, grp 2)

Fler framgångar syntes efterhand som Nina såg att fler och fler elever både ville och kunde arbeta med inquiry-materialet. Nina berättade i efterhand att hon tyckte att det hade varit positivt, att det hade varit på en hög nivå och hon insåg att hon underskattat eleverna tidigare. Elevgruppen, de svaga killarna, visade efterhand att de ville diskutera frågorna och delge sina kunskaper, berättade Nina. Med detta sätt att arbeta fick fler elever tillfälle att visa vad de kunde. Tidigare hade hon bara lagt märke till de elever som pluggade till prov.

När jag såg elevernas resultat kändes det som att jag underskattat många elever innan. (Nina, nov-12, grp 4)

Vi har tränat mycket med det muntliga, jag vill att de ska lära sig att sätta ord på saker, de ska kunna prata om det. (Nina, dec-12, grp 6)

Ninas uppfattningar om undervisningsstrategier och bedömning

Nina fick problem med inquiry-undervisningen när inquiry-materialet uppmanade eleverna att uttrycka sin egen uppfattning om frågorna. Nina ansåg att elever först behöver undervisas innan de kan uttrycka sin uppfattning. Det föreföll sig naturligt att eleverna vid uppmaningen att skriva vad de själva hade för uppfattning använde läroböckerna som stöd. Eleverna hade en uppfattning om undervisning i naturorienterande ämnen som handlade om att skriva rätt förklaringar. Redan på första momentet där eleverna skulle skriva ner sin egen uppfattning ville de gärna göra sitt yttersta och ta reda på det rätta svaret. Problemet blev uppenbart när Nina plötsligt inte var intresserad av bara ett rätt svar längre utan ville att eleverna skulle reflektera och argumentera för sina svar i stället.

Eleverna tror inte riktigt på sig själva. De är inställda på att skriva det som är rätt. Det är svårt för elever att uttrycka sin förförståelse eftersom en del av dem inte hade några förkunskaper och att de därför inte hade någon aning. (Nina, sept-12, grp 1)

Det uppstod svårigheter för Nina att kommunicera avsikten med att planera en undersökning till eleverna. Undersökningen stannade därför vid att eleverna letade efter fakta. Nina hade en uppfattning om att en undersökning var en praktisk verksamhet. Praktiska verksamheter för Nina var laborationer som hon gjorde tillsammans med eleverna, som ett sätt att bättre lära sig fakta på. I den första delen fick eleverna större frihet att välja vad de ville undersöka. Nina hade problem med att begränsa deras undersökningar. De blev för omfattande och områdena gick utanför det som Nina hade för avsikt att undervisa om. Hon kunde se ett problem i att eleverna inte drog slutsatser av iakttagelser de gjorde i sina praktiska undersökningar.

Jag försöker trycka på bevisen och naturvetenskapliga begrepp, jag vill att de ska övertyga mig i den här texten som de skriver.

(Nina, okt-12, grp 3)

Jag tycker att momentet där de ska förbereda en undersökning är ett jättebra moment, men jag är fortfarande inne på att det ska vara en praktisk undersökning. (Nina, apr-13, grp 7)

Nina lyckades inte få eleverna att förstå vad de förväntades att göra. Eleverna fyllde ut texterna med så mycket fakta som möjligt. Nina kände sig inte nöjd med detta utan hade önskat att de hade lagt mer tid på att utveckla sina texter för att övertyga i stället. Att skriva en argumenterande text ansåg Nina att eleverna

hade brister i, därför funderade hon på att ha ett samarbete med lärarna som undervisade i svenska angående detta.

Eleverna tycker att de inte förstår någonting. De undrar hela tiden över vad det är de ska skriva. (Nina, okt-12, grp 3)

Jag tycker arbetsmodellen har blivit tydligare, men däremot är jag inte helt säker på att eleverna ändå förstår hur de ska använda bevis när de skriver sina texter. (Nina, apr-13, grp 7)

Nina ansåg att en viktig aspekt i inquiry-undervisningen var att bedöma elevernas kunskaper. Både för att få reda på vad eleverna hade lärt sig, men också hur hon skulle kunna stödja dem i deras utveckling. Det uppstod en konfliktsituation mellan det Nina ville att eleverna skulle kunna och föreställningen om vad som skulle mätas på nationella provet. Hon hade en uppfattning om att det var viktigt att eleverna hade med sig mycket faktakunskaper, samtidigt som hon själv ville att de skulle utveckla kunskaper om att diskutera och argumentera.

Det kommer också frågor om huruvida de kommer att ha någon nytta av det här till nationella provet. Jag vill ju inte att de ska rapa upp fakta, men sen kommer ju lite den där rädslan över om de hinner lära sig det de behöver till nationella proven, den rädslan finns där hos mig också. (Nina, okt-12, grp 3)

Nina såg allt fler fördelar med inquiry-undervisning när hon allt eftersom tog sig tid och lyssnade på eleverna. Hon visade att hon var intresserad av hur de tänkte. När eleverna tränade sig i att uttrycka sig och vågade förklara hur deras förförståelse såg ut, märkte Nina att hon kunde utmana dem på ett bättre sätt utifrån

där de befann sig. Hon blev mer intresserad av hur hon kunde stimulera dem att förstå samband mellan olika begrepp. Nina beskrev flera gånger hur hon såg att eleverna tänkte själva och hur stimulerande det var för både henne och eleverna när frågorna kommer från dem. När eleverna förstod att deras tankar var viktiga kunde även de allra svagaste eleverna formulera frågor, detta var något som Nina uppskattade.

Jag ser de enskilda eleverna mer nu än vad jag har gjort tidigare och jag tycker att jag oftare hinner prata med dem om hur de tänker och vad de undrar över. Ändå har jag försökt att jobba såhär tidigare. Att undervisa på det här sättet gör att det blir elevernas arbeten, inte det jag säger åt dem. Några av eleverna som har varit väldigt måna om att skriva rätt, där märker jag att de inte alls tänker lika mycket på det nu. Jag ser att de har utvecklats, de tänker annorlunda. Jag tycker faktiskt att det har blivit mycket roligare att undervisa på det här viset. (Nina, nov-12, grp 4)

Alla elever har kommit på frågor att ställa, till och med de allra svagaste, så det är faktiskt jätteroligt. (Nina, okt-13, sl)

Andra orsaker till framgången var Ninas uppfattning att hon inte ville att eleverna bara skulle kunna reproducera fakta. Hon menade att inquiry-undervisning var ett bra sätt att komma från att bara upprepa fakta och att det var bra att de fick träna sig i att planera en undersökning. Det var också en fördel att frågorna handlade om samhällsfrågor med naturvetenskapligt relaterat innehåll. När eleverna arbetade med inquiry-materialet andra och tredje gången upplevde Nina att både hon och eleverna tydligare kunde se vad det skulle leda till, och de blev mer förtrogna med arbetsmodellen. Nina lade märke till att eleverna blev mer engagerade när de fick vara med och påverka undervisningen.

Det passar mig jättebra att arbeta med den här typen av frågor. (Nina, sept-12, grp 1)

Det känns som att de har anammat arbetsmodellen. Nu tycker de att det är okey med arbetsmodellen och de vet vad de ska göra. (Nina, nov-12, grp 5)

Det har blivit mer tydligt vad det ska leda till. Jag trivs i rollen att diskutera med eleverna när de sitter i mindre grupper, att fråga vad de gör och var de har hittat sin information. (Nina, dec-12, grp 6)

Nina såg fördelar med inquiry-undervisningen även när det gällde att bedöma elevernas kunskaper. Hon kunde se att det blev många tillfällen för henne att lägga märke till elevernas kunskaper. Bedömningen av elevernas kunskaper fokuserades inte på provresultaten, utan elevernas kunskaper bedömdes i stället till stor utsträckning genom deras diskussioner. Nina bedömde dem under arbetets gång. Hon använde även sig av gruppdiskussioner som spelades in. Eleverna sparade sina anteckningar i form av tankekartor som de sedan redovisade i gruppdiskussioner. Allt mer lade jag märke till i Ninas resonemang att hon intresserade sig för vad eleverna lärde sig och vad som gjorde att de lärde sig.

Hon blev också allt mer övertygad om att detta arbetssätt gav kunskaper som mätts på nationella provet. Ninas erfarenheter av nationella proven var att de mäter elevernas kunskaper att se sammanhang och detta stämde väl överens om hennes egen uppfattning om vad det var hon ville att hennes elever skulle kunna.

Det här arbetssättet ger många tillfälle att lägga märke till elevernas kunskaper. (Nina, sept-12, grp 2)

När eleverna skulle reflektera över sina resultat hade de sina tankekartor. Då kunde de berätta vissa saker om hur de hade tänkt. (Nina, nov-12, grp 5)

Detta arbetssätt kan väl inte vara fel, på nationella provet ska elever kunna planera en undersökning och då behöver de ju ha gjort det innan. På nationella provet i våras såg jag exempel på det där handlade flera uppgifter om att eleverna skulle se sammanhang i processer. Jag hoppas att de kan relatera sina kunskaper från arbetet med inquiry-materialet när de sen ska göra nationella provet. (Nina, dec-12, grp 6)

Ninas uppfattning om sin egen utveckling

Nina hade en positiv inställning till inquiry-materialet när hon startade första området. Hon visste inte vad det gick ut på eller vad det skulle leda till, men hon hängav sig åt uppgifterna. Detta medförde att hon fick med sig eleverna, trots att det var ett annorlunda sätt att arbeta på än de var vana vid. Nina hade uppfattningen att elever inte hade någon större förförståelse. Hon lät därför eleverna använda böcker och internet för att formulera sig i frågan. På första steget ville Nina efterhand inte att eleverna letade i böcker för att svara på frågan. Eleverna uppmanades i stället att fundera ut vad de behöver göra för att få sin argumentation att bli trovärdigare.

Jag behöver vara tydlig med att eleverna inte ska leta efter bevis på första steget i arbetsmodellen. Första steget ska ju utgå ifrån vad det kan och de ska inte plocka information någon annanstans ifrån. Nästa steg är att bedöma, sen kommer det att de får lov att leta efter mer information. (Nina, sept-12, grp 1)

Nina uppmärksammande att inquiry-undervisningen uppmanade eleverna att tänka själva. Hon såg att eleverna hade många bra tankar. Nina funderade på hur man skulle kunna använda sig av elevernas tankar. Hon försökte hitta sätt för att eleverna i större utsträckning skulle dela sina tankar med varandra. Nina såg det som bra inlärningsstillfälle när eleverna diskuterade sina uppfattningar med varandra. Hon önskade att eleverna i stället för att leta efter svar i böcker, borde diskutera och lära av varandra. Hon såg även fördelar med moment i arbetsmodellen där eleverna skulle bedöma sin förklaring. Framför allt för att det blev en process, som ett sätt att komma ifrån vanan att det bara handlar om att hitta rätt svar och sedan vara klar.

Med gruppdiskussioner får de faktiskt reda på vad de andra har tänkt, de har ju skrivit så olika saker. Jag vill att de ska få del av varandras tankar på något sätt. (Nina, sept-12, grp 2)

De får gärna arbeta med sin text en gång till, för att göra den trovärdigare. (Nina, okt-12, grp 3)

Nina lade också märke till att hon började lyssna mer på eleverna. Hon tyckte att de fick bättre kommunikation och att hon också fick reda på hur eleverna tänkte. Ju mer erfarenhet hon fick av hur elever tänkte, desto bättre tyckte hon att hon kunde förstå andra elevers resonemang. I diskussion med eleven upptäckte Nina att hon kunde bedöma vilken kunskapsnivå denne befann sig på. Framför allt vad gällde förmågan att använda olika begrepp. Hon funderade på strategier för att göra denna bedömning. Den hade hon sedan för avsikt att använda vid utvecklingssamtal och betygssättning. Nina värdesatte att eleverna uttryckte sig muntligt.

Jag märker att jag tar mig mer tid att lyssna på eleverna. Jag får bättre kommunikation och jag får bättre förståelse för hur de tänker. Jag bygger liksom på min förståelsebank av hur elever tänker. (Nina, sept-12, grp 1)

Det jag skulle vilja bli bättre på är att under tiden man sitter och diskuterar även tänka efter på vilken nivå den här eleven ligger i sina diskussioner, försöka upptäcka hur hon använder begrepp. (Nina, okt-12, grp 3)

En annan fördel som Nina såg med inquiry-undervisningen var att eleverna fick ta ett större ansvar, och att eleverna använde tiden på ett bra sätt. Nina uppskattade också att inquiry-materialet gav öppningar och tillfälle att angripa frågeställningen på flera olika sätt. Att områdena underbyggdes av delfrågor tyckte Nina var bra, eftersom de olika delarna tillsammans bildade en helhet.

Jag vill att eleverna ska träna sig i att kommunicera, att våga uttrycka de egna tankarna. (Nina, sept-12, grp 1)

Sen gillar jag det här med att det inte bara är en rak fråga, utan att det finns flera olika sätt att angripa frågeställningen. (Nina, sept -12, grp 2)

Materialet har en bra tankegång, för jag vill ju inte att de ska rapa upp fakta. (Nina, okt -12, grp 3)

Tanken växte fram att använda sig av gruppdiskussioner som redovisningsform. Nina hade uppfattningen att eleverna hade mer kunskaper om ämnet än de uttryckt. Genom att använda diskussioner så menade hon att man kunde locka eleven att berätta mer. I steget där eleverna skulle reflektera över sina resultat, föreslog Nina att man skulle göra ett tillägg. Hon ville att vi skulle lägga till att de skulle koppla sina resultat till det de trodde från början.

Gruppdiskussioner skulle kunna få elever att berätta mer, för när man utmanar dem så inser de att de egentligen visste mer. Man borde ha med att eleverna reflekterar över en koppling mellan deras resultat och det de trodde från början. (Nina, nov-12, grp 4)

För att komma ifrån att det blir för mycket skrivande för eleverna började Nina använda sig av tankekartor. Tankekartorna användes sedan som underlag, både när eleverna skulle reflektera över sina resultat och när de skulle redovisa sina kunskaper. Nina såg fördelar med dessa tankekartor eftersom eleverna reflekterade över vad de hade lärt sig. De fungerade också som ett bra underlag för kommunikation mellan eleverna. Elever tyckte det var svårt att prata och ge sin personliga förklaring, märkte Nina. Att reflektera över vad man har lärt sig är ett sätt att synliggöra sin egen utveckling, ansåg Nina. Hon ville även att eleverna skulle utvärdera sitt arbete. Eleven skulle kunna gå tillbaka och fundera över hur hon skulle kunna göra arbetet bättre nästa gång. Genom att göra utvärderingar tillsammans menade Nina att de även kunde lära sig av varandra.

När de skulle reflektera över sina resultat har de diskuterat i grupper där samtalen har spelats in. (Nina, nov-12, grp 5)

En del elever tycker det är jättesvårt att prata om sin uppfattning. Då säger jag att ”genom att prata om det så lär du dig på ett annat sätt”. När eleverna funderar över vad de har lärt sig så ser de på sin egen utveckling också. Genom att även göra kopplingar till sin egen vardag får de tänka till i ett lite annat perspektiv. (Nina, dec-12, grp 6)

Det framkom även att eleverna, i stället för att arbeta med delfrågorna en i taget, ville få alla frågorna på en gång i ett häfte. Nina lyfte diskussionen om hur bundna de skulle vara till inquiry-materialets ämnesinnehåll. Hon föreslog att det skulle vara valfritt för eleverna att hitta egna källor. Under dessa diskussioner växte en idé fram att arbetsmodellen skulle presenteras i ett häfte. Nina hade uppfattningen att eleverna lärde sig bättre när de arbetade med inquiry-materialet. Anledningen var att arbetet kändes mindre styrt och att eleverna hade stort utrymme att själva välja vägar. Samtidigt som Nina tyckte det var bra att eleverna kunde välja vägar insåg hon efter arbetet med första området att det kan bli för stort och för brett. Med det andra området ville hon begränsa det lite utan att styra och visa på detaljer. Hon ville att eleverna skulle få frihet att formulera egna frågor och använda sin egen tankeförmåga.

Jag tror eleverna lär sig bättre eftersom undervisningen är mindre styrd, vilka vägar de tar är lite öppnare. Samtidigt tycker eleverna att det blir lite jobbigare, innan har jag varit tydligare med nyckelord och vad de ska kunna när de är färdiga. Detta har jag inte rapat upp för dem nu. (Nina, dec-12, grp 6)

Nina berättade att hon såg på denna undervisningsmetod som en process. Hon menade att det handlade om en annan syn på lärande och elevers kunskaper. Nina ansåg nu att hon tydligare fick en uppfattning om elevernas kunskaper. Hon menade också att hon tydligare kunde se hur eleverna tog till sig nya kunskaper. Nina tyckte fortfarande att det var svårt för eleverna att formulera frågor. Hon menade att frågorna kom fram mer spontant i diskussioner och då tyckte hon att det var viktig att vara där och fånga upp dem. Nina ville komma från missförstånden vid planeringen av en undersökning. Hon föreslog att döpa om steget till

”var hittar jag bäst information om detta och vilka andra sätt tänker du använda dig av?”

Det är ju det jag gillar med detta inquiry-material, här får de ju tänka. Jag hoppas eleverna får en annan syn på lärande, lärande och elevers kunskaper, i alla fall har jag fått det. Här ser man både vad de kan och vad de har för uppfattning innan och hur de tar till sig det nya. (Nina, dec-12, grp 6)

Vid uppstarten av arbetet med inquiry-materialet var Nina tydlig med att presentera arbetsmodellen. Nina såg att det fanns ett behov hos eleverna att tydligt veta hur de skulle arbeta och vad som förväntades av dem. Hon ansåg också att det var viktigt att eleverna fick en bild av vad arbetet skulle leda till. När Nina reflekterade över sin egen kunskap såg hon att hon själv hade lärt sig ämneskunskaper på ett annat sätt. Framför allt vid arbetet med de första ämnesområdena där Nina kände sig mer osäker, har hon blivit öppnare och mer nyfiken på vad som är nytt inom området. Hon uttryckte också att hon kände sig säkrare på sin kunskap nu och trodde mer på det hon lärt sig. Området som handlade om energi upplevde hon att hon hade jobbat mer med tidigare och hade därför också bättre koll. Ämnesområdena stimulerade Nina till att vilja lära sig mer.

Jag märker nu när vi arbetar med materialet för tredje gången att arbetsmodellen blir mer och mer bekant för eleverna. När vi arbetar på det här sättet krävs det av mig att jag är säkrare på min egen kunskap. (Nina, apr-13, grp 7)

Nina återkom till betydelsen av att eleverna använder sin tankeförmåga och sin kreativitet, där hon jämförde med skillnader med ett arbetssätt där eleverna läser i en bok och svarar på frågor. Nina kunde tänka sig att arbeta mer på det här sättet. Hon beskrev en process där eleverna från årskurs sju till årskurs nio utvecklade sitt sätt att formulera sig. I diskussioner om arbetsmodellen reflekterade Nina över likheter mellan arbetsmodellen och naturvetenskapens arbetssätt. Med arbetsmodellen jobbar man genom att utvärdera och reflektera över sina resultat. Nina uppfattade att det var kärnan i naturvetenskapens arbetssätt. I detta sammanhang ansåg hon att man som lärare i större utsträckning borde fundera över vad som är viktigt att eleverna får med sig. Nina menade att processerna var exempel på viktiga kunskaper, men också att elever ser samband och vad de kan leda till. Hon ville också att eleverna skulle kunna se helheter och sammanhang. Nina tyckte det var svårt att definiera vad hon ansåg att eleverna skulle kunna.

Jag tycker om materialet eftersom det gör att eleverna får använda sin egen tankeförmåga. Arbetsmodellen, som ju innebär att man går in och utvärderar och reflekterar över sina resultat, är ju egentligen kärnan i det naturvetenskapliga arbetssättet. När jag tänker på det så funderar jag på att man oftare borde prata om vad det är som är viktigt, vad det egentligen är vi vill att våra elever ska få med sig. (Nina, apr-13, grp 7)

Efterhand vi arbetat med det här materialet så tycker jag att det är viktigt att eleverna ser processerna, sambandet och vad olika saker leder till. (Nina, aug-13, grp 8)

Jag vill att de ska se helheter och sammanhang. (Nina, okt-13, sl)

Nina tyckte att redovisningsformen där elevernas diskussioner spelades in var bra. Hon mindes att det var svårare för dem i början men efterhand så blev det bättre. Hon var samtidigt lite självkritisk och önskade att hon gett det mer tid att lyssna igenom och fånga upp det som elevernas diskussioner handlade om. Eleverna ansåg att de resonerade mycket och kom på ett nytt ord "resonemera", berättade Nina. Arbetsmodellen tyckte Nina om och hon tyckte att den fungerade. Hon berättade att hon tagit den till sig och tänkte använda sig av den flera gånger, fast inte strukturerad på exakt samma sätt. Nina berättade i sin storyline, bilaga 7, att hon ansåg att hon utvecklats vad gällde arbetssättet i klassrummet.

Redovisningsformen där eleverna spelar in sina diskussioner var bra. Det har jag med mig nu när jag jobbar. (Nina, apr-13, grp 7)

Jag lyssnar mer aktivt på eleverna nu, och försöker fånga upp vad de pratar om. (Nina, aug-13, grp 8)

Arbetsmodellen har jag tagit till mig, jag tycker om den och jag tycker den fungerar. (Nina, okt-13, sl)

Nina menade att hon hade samma tankar som fanns i inquiry-materialet redan innan, men hon hade åsikten att gruppdiskussionerna och arbetet tillsammans med kollegan hade stärkt henne i uppfattningen att det var ett bra och rätt sätt att undervisa på. Nina blev säkrare i sin uppfattning om att hon skulle använda sig av inquiry-undervisning för varje område hon arbetade med. Hon ansåg att hon utvecklats i sitt sätt att undervisa genom att hon lyssnade mer på eleverna. Hon ställde också fler frågor, med avsikt att eleverna skulle komma vidare i sina tankar. Nina kände sig även säkrare i sin tro att eleverna klarar att ta ansvar för sitt lärande. Nu ansåg hon att hon fått erfarenheter som gjorde att hon i större utsträckning litade på eleverna. Detta gav dem större frihet i sin lärandesituation.

Hon gav dem frågor som var öppna och eleverna fick frihet att formulera egna frågeställningar. Nina tyckte också att hon blivit bättre på att sammanställa elevernas arbeten och följa upp och bedöma deras kunskaper.

Jag gick nog och bar på tankarna som finns i inquiry-materialet tidigare och jag försökte lite på egen hand. Men nu när vi har arbetat tillsammans och diskuterat i gruppen har jag fått bekräftat att det jag tänkte från början var bra och rätt. Andra saker som jag känner att jag blivit bättre på är att lita på eleverna och att utgå ifrån deras frågeställningar. Nu ger jag dem lite friare händer eller öppna frågor så att de själva får formulera frågeställningarna. (Nina, okt-13, sl)

Användningen av ordet *undersökning* i inquiry-materialet ställde till bekymmer för Nina. Hon hade uppfattningen att en undersökning innebär att man skulle göra något praktiskt. Ändå valde de flesta av hennes elever att leta efter fakta. Nina hade önskat att fler elever hade valt en praktisk undersökning. Hon ville att de i större utsträckning skulle använda sig av sin kreativitet. Hon ville också att de skulle träna sig i hur man kan utforma en undersökning. I diskussionerna gjorde Nina även kopplingar till enkäterna där hon lyfte fram vilken betydelse hennes egen uppfattning om naturvetenskapens karaktär hade.

Det är inte jättemånga som har valt att göra något praktiskt. Jag skulle önska att fler elever valt att göra en praktisk undersökning för att fånga den där kreativiteten. Här kommer man in lite på frågorna som enkäterna handlade om. Det är intressant hur jag själv ser på det. (Nina, sept-13, sl)

Sammanfattning

Genom att inleda arbetet med ett fördesignat material, inquiry-materialet, som sedan gemensamt utvecklades, fick lärarna tillfälle att prova på ett för dem nytt sätt att undervisa. Det uppstod initialt en konflikt mellan inquiry-undervisningen och deras tidigare uppfattningar om lärande och undervisning. Gruppdiskussionerna mellan Lisa, Nina och mig, gav tillfälle för lärarna att ge uttryck för sina frustrationer och sin upprymdhet. Lärarnas uppfattningar om implementering av inquiry-undervisning som beskrivs ovan ger därför en bild av både möjligheter och hinder. Hinder som framträder handlar i stor utsträckning om lärarens egna kunskaper. Det handlar om kunskaper i och om naturvetenskap, men även om pedagogiska och didaktiska kunskaper. De positiva möjligheterna kom efterhand som lärarna såg elevernas engagemang och lärande när de arbetade med materialet. Att undervisa naturvetenskap genom inquiry innebar i detta fall att eleverna arbetade på ett undersökande sätt med öppna frågeställningar som inte hade ett givet svar.

Empirisk data som jag valt att inte detalj presentera ovan, är bland annat lärarnas upplevelser av att använda experiment och laborationer i sin inquiry-undervisning. Jag har sett svårigheter för lärarna att arbeta undersökande på ett mer laborativt sätt, men jag har valt att inte fördjupa mig i detta problem. Lärarna beskriver även svårigheter med att använda bevis för att skriva argumenterande texter. Lärarna återkommer till detta dilemma genom hela undersökningen. Det hade varit intressant att engagera sig djupare just i denna problematik, men av utrymmesskäl har jag valt att inte göra det.

Diskussion

Slutsatserna från studien är att lärarens uppfattningar om NOS påverkar hennes uppfattning om syfte och mål med sin inquiry-undervisning, vilket är liknar det resultat som tidigare undersökningar visat (Akerson et al., 2000; Bencze et al., 2006; Keys & Bryan, 2001; Moscovici, 1999; Tsai, 2002). Olika aspekter framträder som sammankopplar det som läraren upplever som hinder respektive som möjligheter med inquiry-undervisningen. Aspekter som jag har kunnat urskilja handlar om lärarens uppfattningar i och om naturvetenskap, elevers lärande i och om naturvetenskap, undervisningsstrategier och bedömning. En annan aspekt är lärarens reflektion över sin egen utveckling. Studien tyder på att dessa olika aspekter behöver stråla samman för att lärare ska värdesätta och säga sig vilja genomföra/använda inquiry-undervisning.

Andra faktorer som var av vikt för möjliggörande av inquiry-undervisningen var kopplade till KI. Studien bekräftar delar av tidigare forskning inom detta område. I diskussionen, som avser att besvara forskningsfrågorna, vävs dessa olika aspekter samman.

Lärarnas uppfattning om inquiry-undervisning kopplat till NOS

Denna studie visar att en utveckling av lärarnas uppfattning om NOS påverkar hur de planerar för sin inquiry-undervisning. Slutsatser som jag diskuterar mer i detalj är: (1) En utveckling av lärarens kunskaper om NOS påverkar dennes beslut att ge eleverna större frihet att formulera och arbeta undersökande med egna

frågeställningar i undervisningen. (2) Lärare med bristande erfarenheter av inquiry hindrar dem att välja ett praktiskt undersökande arbetssätt.

(1) Lisa förstod inledningsvis inte de grundläggande tankarna bakom inquiry-undervisningen. Viktigt att tillägga i detta sammanhang är att materialet inte presenterades som ett inquiry-material. Materialet presenterades som ett prova-på-material som lärarna skulle vara med och utveckla. När vi som inledning gick igenom materialet och diskuterade det, kunde Lisa inte skapa sig en bild av vad som skulle hända i mötet med eleverna. Trots det gav hon sig i kast med uppgiften och provade den i sina klasser.

Lisas bild av vad som huvudsakligen karaktäriserar naturvetenskap var betydelsen av experiment. Hon beskrev det som att forskare gör experiment som ger oss objektiva sanningar om hur naturen fungerar. Lisa menade att lärarrollen gick ut på att förmedla färdig kunskap som redan finns i böckerna. Hon tyckte att det var viktigt att eleverna fick göra experiment i skolan, framför allt som ett sätt att göra naturvetenskapen mer intressant och rolig. Att göra experiment innebar för Lisa att eleverna genomförde praktiska övningar efter tydliga instruktioner, samt att det fanns ett förutbestämt resultat som skulle nås.

Lisa försökte inledningsvis använda sig av sina tidigare metoder och sin tidigare uppfattning om undervisning. Det blev en konflikt mellan inquiry-materialets avsikter och Lisas avsikter med undervisningen. Det problemorienterade och undersökande arbetssätt som inquiry-materialet eftersträvar förstod Lisa inte innebörden av.

Lisa ändrade sin uppfattning både om NOS och om inquiry-undervisning efter att ha utsatt sig för inquiry-undervisning i praktiken med sina klasser vid flera tillfällen under två års tid. Dessutom hade hon haft möjlighet att diskutera gemensamma upplevelser med en kollega och fått handledning. Hon utvecklade sin uppfattning om NOS och började även diskutera forskarens betydelse för de vetenskapliga resultaten. När hon fick syn på forskarens betydelse och forskarens roll såg hon också annorlunda på elevernas arbete med sina undersökningar. Med det fick eleverna större frihet att formulera egna frågeställningar. Hon förändrade sin undervisning från att ha haft givna frågeställningar, givna tillvägagångssätt och givna svar, till att allt mer arbeta utifrån elevernas egna frågor, med olika tillvägagångssätt och med öppna svar.

Nina såg direkt fördelar med inquiry-materialets arbetssätt. Vid genomgång av materialet förklarade Nina att det var ett arbetssätt hon själv funderat över tidigare, men ännu inte provat med sina elever.

Ninas bild av vad som karaktäriserar naturvetenskapen handlade även den om experimentens betydelse. Nina uttryckte sig tydligare angående sin uppfattning om innebörden av att följa den naturvetenskapliga metoden. Hon menade att den naturvetenskapliga metoden var viktig, framför allt för att ett experiment måste kunna upprepas och ge samma resultat. Ju mer välbeprövat ett experiment var, desto större trovärdighet gav det, ansåg hon.

Nina lät sina elever inledningsvis arbeta förutsättningslöst med problemställningarna. Eleverna formulerade egna frågor och planerade undersökningar. Arbetssättet i klassrummet handlade mer om att forska fritt än om att läraren skulle

ha kontroll över ämnesinnehållet. Nina hade problem med att rikta den undersökande verksamheten åt det håll hon själv hade för avsikt. Detta ledde till att arbetet blev för stort, för spretigt och tog för lång tid.

Efter att ha utsatt sig för inquiry-undervisning i praktiken med sina klasser vid flera tillfällen under två års tid ändrade Nina sin uppfattning både om NOS och om inquiry-undervisning. Andra saker som påverkade hennes inställning var diskussionerna med kollegan och den handledning hon fick.

Ninas förändrade uppfattning om NOS handlade till största del om insikten att det inte finns en strikt vetenskaplig metod som alla forskare måste följa. Detta innebar att hon blev mer öppen för olika sorters undersökande arbetssätt. I allt större utsträckning lyckades Nina få fokus på det önskade innehållet, men eleverna använde olika metoder för att söka förklaringar till sina frågeställningar.

Tidigare forskning har visat att lärares uppfattning om NOS som en objektiv massa av kunskap skapad av en sträng vetenskaplig metod hindrar deras undervisning från att ge en korrekt bild av inquiry (Brickhouse, 1990; Duschl & Wright, 1989; Gallagher, 1991). Detta visade sig också i den studie som här redovisas, där lärarnas uppfattningar om NOS hade betydelse för deras uppfattning om inquiry-undervisning. Framför allt visar denna studie hur svårt det är för lärare att förändra uppfattningar om sin egen undervisning. Även om lärarna diskuterade sina uppfattningar om NOS, var det ändå svårt för dem att göra kopplingar till sin egen undervisning. Både Lisa och Nina höll länge fast vid att en undersökning innebar att man utför ett experiment enligt en sträng vetenskaplig

metod. Antagligen hänger detta ihop med en tradition att man ska göra experiment i skolan som ett sätt att öka elevernas intresse. Lisa berättade i en gruppdiskussion att experiment var viktiga för den naturvetenskapliga undervisningen. Hon uttryckte att det annars inte blir någon bra *learning by doing*. Detta visar på Lisas uppfattning att NOSI handlade om att göra praktiska aktiviteter som Moscovici (1999) kallar för aktivitetsmani, *activity mania*. Dessa missuppfattningar och naturvetenskapliga myter om NOS finns det forskning som studerat (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Aguirre, Haggerty, & Linder, 1990; Duschl, 1990; Lederman, 1992; Lederman & Abd-El-Khalick, 1998; McComas, 2002).

(2) Att lärare utan en stabil förståelse för hur man arbetar inom naturvetenskapen kan hämmas att engagera elever i inquiry-undervisning har Wallace och Kang (2004) visat. I min studie använde sig både Lisa och Nina av ett undersökande arbetssätt – eleverna sökte svar på sina egna frågor. Sättet att söka svar på frågor innebar i de flesta fall att eleverna letade efter information i böcker och på internet. Lisa berättade i en gruppdiskussion hur elevernas planering för undersökningen oftast såg ut. Det handlade nästan alltid om att söka information på nätet, hon berättade att nästan inga elever nämnde att man kunde använda sig av experiment. Nina beskrev det som att hon lät sina elever undersöka fritt, när de arbetade med första området. När hon sedan styrde upp undervisningen mer så valde eleverna att bara göra teoretiska undersökningar. När uppgifterna var mer öppna såg eleverna fler möjligheter att även undersöka praktiskt.

Med inquiry-materialet levererades förslag på praktiskt undersökningsbara uppgifter, men varken Lisa eller Nina valde att använda sig av dessa. Anledningen

kan vara att lärarna inte själva hade kunskap om hur en praktiskt undersökande undervisning skulle kunna se ut. Enligt Trumbull et al. (2006) finns det ett samband mellan NOS och inquiry. De anser att lärares uppfattningar och självförtroende när det gäller aspekter av NOS har en avgörande roll för hur inquiry-undervisningen blir. Det jag kan se i den redovisade studien är att lärarna stöter på svårigheter när de uppmanas att låta eleverna göra en naturvetenskaplig undersökning. Dessa svårigheter uppstår eftersom de själva inte har en utvecklad syn på vad en praktisk undersökning kan vara. Det visade sig att deras egna tidigare erfarenheter av laborationer handlade om att använda sig av praktiska aktiviteter, vilket ansågs vara ett bra sätt att påvisa olika begrepp. Vid gruppdiskussioner diskuterades vad naturvetenskapliga undersökningar kan innebära, trots det gjorde lärarna inga kopplingar till den egna verksamheten.

Slutsatsen från denna studie är att lärarnas uppfattning om inquiry-undervisning påverkas av deras uppfattning om NOS. Olika aspekter av NOS framträder som hinder för undervisningen. Ett exempel är lärarnas missuppfattning om att det finns en naturvetenskaplig metod som genererar objektiva sanningar, fakta, om naturen. Lärarnas gruppdiskussioner visade att denna uppfattning fungerade som hinder för inquiry-undervisningens avsikt att även ge kunskap om naturvetenskapens karaktär. Ett annat exempel är lärarnas uppfattning om att en undersökning är synonymt med praktiska aktiviteter som experiment. Lärarnas uppfattning om experiment var att göra praktiska aktiviteter som ett bättre sätt att förklara fakta på. Lärarnas inquiry-undervisning innebar inte att eleverna i någon större utsträckning arbetade praktiskt med undersökande verksamheter. Däremot värderade lärarna elevernas teoretiska undersökande arbetssätt, där de arbetade utifrån egna frågeställningar. Kanske kan lärarnas påbörjade funderingar kring

den naturvetenskapliga verksamheten ändå bidra till ett förändrat förhållnings-sätt gentemot inquiry-undervisning. Jag upplever det som att det skulle krävas mer tid för KI för att lärarna även skulle lära sig att värdera den praktiskt under-sökande verksamheten.

Möjligheter och hinder för inquiry-undervisning

Denna studie visar på de möjligheter och hinder som framträder när två lärare under två års tid implementerar inquiry-undervisning. Nedan följer en redogörelse för dessa hinder respektive möjligheter.

(1) Hinder för att implementera inquiry-undervisning hänger samman med olika aspekter av lärarens kompetens. Det kan handla om lärarens uppfattning av ämnet, elevers lärande, undervisningsstrategier och bedömning.

Lärarnas brister i ämneskunskaper fungerade som ett hinder för uppfattningen om inquiry-undervisningen, något som även tidigare forskning påvisat (Atar, 2007; Hart, 2002; Lee et al., 2004; Radford, 1998; Schwab & Brandwein, 1962; Shimoda et al., 2002; Tobin et al., 1994; Yerrick, 2000). Denna studie visar exempelvis att Lisa ansåg att hon inte kunde utmana eleverna vid diskussioner. Hon kunde inte heller, på grund av sina bristande ämneskunskaper, ställa de utmanande frågor som inquiry-undervisningen krävde. Nina uttryckte liknande problem. Nina beskrev det som att hon inte hade kontroll över vilket ämnesinnehåll som skulle komma upp till diskussion. Hon ville gärna kunna ge eleverna rätt svar på deras frågor och försöka koppla diskussionerna till sådant som de

kände igen. Eleverna efterfrågade alltså diskussioner som läraren på grund av bristande ämneskunskaper inte hade förmåga att stimulera.

Studien visar även att lärarnas uppfattning om elevers lärande fungerar som hinder för inquiry-undervisningen. Likt de studier som Cronin-Jones (Cronin-Jones, 1991; Hamm & Adams, 2002; Smith, 2005; Stuart & Thurlow, 2000) utarbetat, visar resultatet att lärarnas uppfattning om elevers förmåga påverkar deras val av undervisningsmetod. Lisa menade att vissa elever inte klarar av att ställa egna frågor. Nina uttryckte en oro för att detta arbetssätt inte skulle passa alla elever. Detta kan vara exempel som stärker Wallace & Kangs (2004) påstående att lärares uppfattningar om elevers begränsningar, t.ex. brist på förmåga eller mognad, kan vara ett hinder för inquiry-undervisning i och med att den kräver en mer elevaktiv undervisning. Lisa ansåg även att inquiry-materialet var för svårt för elever på högstadiet. Hon uttryckte att de inte var mogna för detta sätt att arbeta. Även Ninas uttalanden visar på en uppfattning om att eleverna har vissa avgörande begränsningar. Hon menade att eleverna var för unga för att förstå hur man bygger upp en vetenskaplig argumentation.

Ett annat hinder för inquiry-undervisningen var att lärarna upplevde svårigheter med hur den skulle omsättas i praktiken, något som framför allt Lisa betonade i våra diskussioner. Detta ledde till att det blev oroligt i klassrummet eftersom eleverna inte kunde bilda sig en uppfattning vad som förväntades av dem.

Ninas första problem var också att ordningen i klassen stördes. Hon tyckte det var ett problem när eleverna inte kom i gång och jobbade direkt. Nina hade emellertid en annan uppfattning om materialet och trodde mer på dess innehåll och

lyckades på ett annat sätt motivera sina elever att tänka annorlunda om undervisningen. Lisa hade inledningsvis inte klart för sig vilken roll hon skulle ha i klassrummet och lyckades därför inte heller få eleverna med sig i arbetssättet. Nina hade en annan uppfattning om inquiry-undervisningen och släppte mer på sin kontroll. Detta bekräftar tesen att det krävs otraditionella roller i klassrummet, vilket Crawford (2000) menar att en utmärkt lärare inom inquiry-undervisningen behöver kunna visa prov på. Denna studie, likt Crawfords (2000), visar att lärare i inquiry-undervisning behöver flera olika roller: som forskare, diagnostiker, drivkraft, guide, innovatör, övervakare, handledare och medarbetare. Den visar även, likt Anderson (2002) vikten av att lärare lär sig att undervisa konstruktivt, de behöver nya bedömningskompetenser, lära sig en ny lärarroll, lära sig hur elever kan få nya roller och utveckla ett nytt sätt för elever att arbeta på.

(2) När läraren ser inquiry-undervisning som ett bättre sätt att lära sig, ser hon också fler möjligheter med dess undervisningsmetoder.

Lisa påpekade i diskussionerna hur hon efterhand inquiry-undervisningen pågick upplevde att hon lärde sig nya saker tillsammans med eleverna, de skapade gradvis en miljö där lärare och eleverna arbetade tillsammans som aktiva lärande. Detta stämmer väl överens med AAAS (1994) och NRC (2000) som lyfter betydelse av att även läraren utvecklas genom undervisningen i en hållbar skolutveckling. Lisa uttryckte en förvåning över att eleverna intresserade sig och engagerade sig i frågor som enligt henne låg på en för hög nivå för elever på högstadiet. Det engagemang och de intressanta diskussionerna som undervisningen

innebar, ansåg Lisa underlätta lärandet. Nina upplevde också att hon utvecklade sina ämneskunskaper tillsammans med eleverna. Det undersökande arbetssättet stimulerade henne att vilja lära sig mer. Framför allt handlade det om att hålla sig uppdaterad kring ny naturvetenskaplig forskning. I stället för att se det som ett hinder att hon inte kunde svara direkt och rätt på elevernas frågor, började hon se möjligheter med undervisningen och uppskatta elevernas frågor. Hon såg ett värde i att lyssna på elevernas frågor och på hur de resonerade.

I stället för att läraren förmedlade kunskap till eleverna, arbetade eleverna aktivt med det undersökande arbetssättet för att själva söka upp den. Framför allt värderade lärarna elevernas engagemang när de fick möjlighet att arbeta med öppna frågor som inte hade ett givet svar. Lärarna uppskattade även stegen i arbetsmodellen som innebar att eleverna skulle reflektera över sina resultat. Inledningsvis blev det mycket skrivande, vilket lärarna tyckte hindrade några elever från att uttrycka sig. I stället började de använda sig av diskussioner, vilka betraktades som viktiga, inte minst för att eleverna fick träna på att formulera sig och stimulerades att tänka. Det synliggjorde också lärandet både för eleven och för läraren.

Lisa såg även fördelar med inquiry-undervisningen när det gällde att bedöma elevernas kunskaper. Som komplement till elevernas skrivna texter använde hon sig av inspelningar från gruppdiskussionerna. Hon såg många fördelar med den muntliga bedömningen eftersom fler elever gavs möjlighet att visa sina kunskaper. Nina berättade att hon tidigare bara hade lagt märke till de elever som pluggade till prov. Nina ansåg också att en viktig aspekt vid val av undervisningsmetod var att kunna bedöma elevernas kunskaper. Det uppstod en konflikt-

situation mellan vad hon själv ansåg att eleverna skulle kunna och hennes föreställning om vad som skulle komma att mätas på nationella provet. Eleverna sparade sina anteckningar i form av tankekartor som de sedan redovisade i grupper. Hon blev allt mer övertygad om att detta arbetssätt gav kunskaper som mäts på nationella proven.

Slutsatsen från min studie är att de möjligheter och hinder för inquiry-undervisningen som framträtt, kan kopplas till lärarens uppfattningar i och om naturvetenskap, elevers lärande och undervisningsstrategier och bedömning. Lärarnas bristande ämneskunskaper hindrade dem från att utmana eleverna i deras frågeställningar. Lärarna såg efterhand möjligheter med inquiry-undervisningen, då den skapade ett klimat där de lärde sig tillsammans med eleverna. Angående lärarnas uppfattning om elevers lärande, så ändrade båda lärarna sin uppfattning om elevers förmåga att arbeta på ett undersökande sätt. Det handlade bland annat om elevers förmåga att ställa egna frågor. Från att ha varit ett hinder blev det så småningom en möjlighet i stället. När eleverna formulerade och utgick från sina egna frågor visade de större intresse och engagemang för att lära sig och enligt lärarna ökade meningsfullheten. Lärarens undervisningsstrategier och bedömning ändrade karaktär. Framför allt förespråkade de efterhand ett allt mer elevaktivt arbetssätt. Diskussioner både mellan elever och mellan elev och lärare värdesattes i större utsträckning. Lärarna såg diskussionerna som bra lärande- och bedömningssituationer. Studien beskriver hur det som lärarna uppfattar som hinder med inquiry-undervisningen övervinns med de möjligheter de ser.

Förändring av lärarnas uppfattning om syfte och mål

(1) Lärarnas syfte med inquiry-undervisningen handlade allt mer om att eleverna tränade sig i att formulera egna frågor om naturvetenskapliga företeelser. Vidare gav deras undervisning förutsättningar för elever att söka svar på frågor med hjälp av ett undersökande arbetssätt.

Lisa beskrev sin ordinarie undervisning som att eleverna vid genomgångar brukade skriva av tavlan, för att veta vad de skulle kunna. Nina menade att hennes undervisning tydligare brukade visa på vilka begrepp eleverna skulle lära sig. Eleverna undervisades och sedan visade de vad de hade lärt sig. Lärarna hade en syn på undervisning som gick ut på att eleverna skulle lära sig naturvetenskaplig fakta. Denna traditionella syn på kunskap kan bero på att lärarna är fast i en kulturell myt (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Allchin, 2003; Davis, 2003; Duschl, 1988) som att den naturvetenskapliga undervisningens huvudsyfte är att utbilda elever för att klara av studier på universitetsnivå, vilket kan leda till att undervisningen blir för abstrakt och komplicerad och bara tillgänglig för några få elever. Synen på vad elever behöver för naturvetenskapliga kunskaper benämns i forskning som naturvetenskaplig allmänbildning (Sjøberg, 2005). Detta visar på ett förhållningssätt till kunskap likt en av Sjøbergs tre aspekter: att se på naturvetenskap som en produkt. Sjøberg menar att det finns en uppfattning om att elever ska lära sig det vi redan vet om naturen, det som finns nedskrivet i böcker. Roberts (2007) förklarar synen på naturvetenskaplig allmänbildning utifrån två visioner. Den ena av Roberts visioner, vision I, kan jämföras med Lisas och Ninas inledande uppfattning – synsättet att elever måste lära sig begreppen innan de är förmögna att arbeta med olika problemställningar.

Både Lisa och Nina beskrev inquiry-undervisningen som att de ville att eleverna skulle kunna använda sig av den naturvetenskapliga kunskapen. Lärarna i denna studie, likt de i Wallace och Kang (2004), visar en uppfattning om att inquiry-undervisning gav tillfälle till självständigt och djupt tänkande och att den också bidrog till att förbättra förmågan till problemlösning. Lisa uppskattade elevernas kreativitet och att de visade stort intresse för att vilja förstå. Nina såg möjligheter med inquiry-undervisningen i förhållande till det hon ville att eleverna skulle kunna. Hon menade att inquiry-undervisning var ett bra sätt att komma ifrån att bara upprepa fakta.

Både Lisa och Nina beskrev att de värdesatte diskussioner eftersom eleverna då var tvungna att tänka och träna sig i att uttrycka sina tankar och idéer. Dessa resonemang går i linje med Wickman & Persson (2009) som anser att naturvetenskaplig kunskap inte bara handlar om begrepp, utan även om att kunna använda naturvetenskapens metoder och argumentationsteknik. De anser vidare, vilket också stöds av kursplanerna (Skolverket, 2011a), att det handlar om att kunna delta i samhällsbeslut och att själv kunna argumentera, beskriva, förklara och förutsäga sammanhang där naturvetenskapen kommer in.

Lisa gav en bild av sin inquiry-undervisning som att hon arbetar med att utgå ifrån elevernas frågeställningar eftersom hon anser att det ökar deras intresse. Nina gav en liknande beskrivning av sin inquiry-undervisning där hon ser att elevernas frågeställningar ökar meningsfullheten i lärandet. Tidigare forskning visar att skicklig inquiry-undervisning växer fram ur elevers frågeställningar (Doris, 1991; Gallas, 1995; Iwasyk, 1997; Kurose, 2000; Kwan, Minstrell, &

van Zee, 2000; Minstrell & Van Zee, 2000; Pearce, 1999; Whitin & Whitin, 1997). Även Crawford et al. (1999), Gibson och Chase (2002) och Hand et al. (2004) har påvisat att elever tycker om att engagera sig genom att ställa egna frågor och att hitta egna vägar för att besvara dem.

Lisa och Nina ändrade uppfattning angående sina avsikter med inquiry-undervisningen. Framför allt handlade det om att lärarna ville öka elevens glädje och intresse för naturvetenskap, men även om att stödja eleven att tänka självständigt och göra naturvetenskapen relevant för deras vardag. Detta är något som även Haney et al. (1996) såg som framträdande anledningar för att lärare ska se fördelar med inquiry-undervisning. Haney et al. såg även att främjandet av positiva naturvetenskapliga attityder och vanor kunde vara en anledning för lärare att välja inquiry-undervisning. Detta syntes även i denna studie där lärarna efterhand visade större engagemang för frågor som handlade om naturvetenskapens karaktär.

(2) Lärarna uttryckte sina mål med inquiry-undervisningen som att eleverna skulle utveckla ett kritiskt tänkande, kunna formulera argument och ta ställning i olika valsituationer.

Lisas ändrade uppfattning om mål innebar att hon nu tydligare såg betydelsen av att elever tänker kritiskt, kan formulera argument och har förmågan att ta ställning i olika valsituationer. Ninas uppfattning om mål ändrades inte så mycket under tiden hon deltog i projektet, men däremot ändrades hennes arbetssätt. Hela tiden har hennes uppfattning varit att elever ska få möjlighet att tänka, resonera

och se konsekvenser av olika ställningstaganden. Tidigare hade hon inte undervisningsmetoderna för det, men nu ansåg hon att hon fått verktyg för sina målsättningar. Detta sätt att resonera kring vilken kunskap läraren vill att eleverna ska utveckla kan jämföras med Sjøbergs (2005) övriga två aspekter. Den ena benämner han ”naturvetenskap som en process”, med innebörden att naturvetenskap inte bara ger svar på frågor utan även finner vägar att lösa uppgifter på. Den andra aspekten innebär att se på naturvetenskap som en social institution. Med den betonar han betydelsen av att inte bara ha kunskaper *i* naturvetenskapliga ämnen, utan även *om* naturvetenskapliga ämnen. Vid en jämförelse med Roberts (2007) visioner liknar detta synsätt vision II, där han menar att undervisningen börjar i en fråga som inte har ett givet svar endast utifrån fakta.

Lärarna uttrycker vid flera tillfällen att syfte och mål fortfarande handlar om att eleverna ska lära sig naturvetenskapliga begrepp, men att de även vill att elever ska tänka kritiskt, formulera argument och ta ställning i olika valsituationer. Detta stämmer väl överens med både Sjøberg (2005) och Roberts (2007) som anser att det bör finnas en balans mellan de olika kompetenserna.

Det som förändrade lärarnas syfte och mål med inquiry-undervisningen var delvis att de, likt tidigare forskning visat (Anderson, 2002; Atar, 2007; Haney et al., 1996), själva upplevde att de ville förändra sitt sätt att undervisa. Det visade sig således finnas ett behov av en utbildning som visade på nya sätt att undervisa. Denna mottaglighet för ny undervisningsmetod gjorde sannolikt att lärarna började reflektera över sina syften och mål med inquiry-undervisningen.

Denna studie tog fasta på vad tidigare forskning kommit fram till som grundläggande drag för framgångsrik kompetensutveckling (Harrison et al., 2008; Liu et al., 2010; Millar et al., 2000; Van Driel & Berry, 2012): att ha fokus på det som händer i klassrummet, att läraren engagerar sig undersökande, att det finns ett samarbete mellan lärare med samma erfarenhet och att de får handledning av expertis. Det krävs även att kompetensutvecklingen pågår under en lång period och får ta många timmar i anspråk. Det måste också finnas en samstämmighet med skolans och styrdokumentens avsikter och lärarna måste uppleva stöd från skolledningen.

Båda lärarna pekar på betydelsen av gruppdiskussionerna. I samstämmighet med Blumenfeld et al. (1994) och Marx et al. (1994) anser lärarna att de under gruppdiskussionerna lättare förstod det som hade hänt i klassrummet jämfört med om de hade gått på en föreläsning. Anderson (2002) menar, i enlighet med detta, att lärare borde, under tiden kompetensutvecklingen pågår, engagera sig i de praktiska aktiviteter de använder sig av i sin undervisning. Lärarna engagerades på ett undersökande sätt genom att själva få möjlighet att utveckla inquiry-materialet. Att vara med och förbättra materialet ansåg Lisa som betydelsefullt, dels för att få ett material som passade henne och hennes elever, och dels för att hon själv kände sig delaktig. Även Nina ansåg att det var bra med ett gemensamt material att diskutera och utveckla så att det passade deras undervisning. Lärarna värderade samarbetet högt. De ansåg det vara betydelsefullt att diskutera sin syn på kunskap, vilket också Van Driel et al. (1998) funnit ha ett värde. Enligt Van Driel et al. är det av betydelse att lärarens syn på kunskap diskuteras eftersom det så starkt påverkar deras uppfattningar, som i sin tur påverkar lärarens genom-

förande av undervisning. Nina beskriver att en bidragande orsak till att hon förändrat sina syften och mål med undervisningen var hon haft tillfälle till samarbete med kollegan och en handledare. Hon menade att det gjort att hennes tankar och idéer blivit bekräftade och att hon nu har kraft att tillämpa det i sin undervisning också. Lisa såg också fördelar med att få möjlighet att genomföra liknande undervisning vid ett flertal tillfällen. Vinsten var, enligt Lisa, att både hon och eleverna tränades i arbetssättet. Även Nina lyfter upp tidsaspekten och menar att det varit bra att arbeta med flera olika områden med samma arbetsmodell över lång tid.

Lärarna efterfrågade kopplingar till styrdokument. Några gruppdiskussioner handlade om att göra jämförelser mellan syfte och mål för inquiry-undervisningen och syfte och mål i styrdokumentet. Detta var något som båda lärarna ansåg vara värdefullt. Speciellt Lisa uttryckte dess betydelse som extra punkt vid diskussion om hennes storyline.

Slutsatsen från denna studie är att lärarnas syfte och mål med den egna undervisningen kom att fokuseras allt mer på att eleverna skulle tänka kritiskt, formulera argument och ta ställning i olika valsituationer. Lisa ansåg även att hennes viktigaste roll som lärare var att väcka intresse och skapa nyfikenhet, medan Nina menade att elever skulle få en förståelse för naturvetenskapens roll i samhället.

För att uppnå detta ändrade de sitt sätt att undervisa. Lisa ansåg att hon lärt sig ett nytt sätt att undervisa på. Nina beskrev det som att hon blivit bekräftad i sina tankar och att det även syntes i hennes undervisning. Den mest framträdande

förändringen var att eleverna till skillnad från förut arbetade med öppna frågeställningar som inte har ett givet svar. Eleverna fick utrymme att formulera egna delfrågor som de kunde arbeta undersökande med. Lärarna lyssnade i större utsträckning på eleverna och intresserade sig för deras sätt att beskriva och förklara. Diskussioner värdesattes alltmer. De såg fördelar med detta eftersom det gör att de kan bedöma elevernas kunskaper formativt.

Avslutande kommentar

Den föreliggande uppsatsen kombinerar flera viktiga forskningsområden. Den utgår från tidigare forskning vad det gäller naturvetenskaplig allmänbildning, NOS och inquiry, men också forskning som beskriver lärarens roll angående perspektivet lärares kunskaper och lärares uppfattningar refereras. Vad som krävs för att lärare ska värdesätta inquiry-undervisning i lika stor eller större utsträckning som ”traditionell” undervisning är ett relevant ämnesområde för undersökningar. Det signifikanta med undersökningen är att lärarens uppfattning om inquiry-undervisning kopplats till deras egna syften och mål och tankar om NOS, och att elevers lärande i och om naturvetenskap undersökts över en lång period, lite mindre än två år. En ny läroplan håller på att implementeras, Lgr 11 (Skolverket, 2011a), vilket ger denna undersökning ett utökat värde då det ligger i tiden att problematisera sin undervisning. Samtidigt som jag påstår att NOS är ett aktuellt område, finns det också de som är kritiska till det sätt som Abd-El-Khalick et al. (2001) definierar NOS. Kritiken ligger i att man kan uppfatta att NOS bara kan beskrivas på ett rätt sätt.

Ett annat problem är att jag väljer att beskriva NOS tillsammans med begreppet inquiry. Enligt Abd-El-Khalick et al. (2004) kan man göra en åtskillnad av inquiry som medel eller inquiry som innehåll. Inquiry som medel innebär att använda sig av inquiry för att hjälpa elever att lära sig ett naturvetenskapligt innehåll. Den andra aspekten, att se på inquiry som innehåll, innebär mer ett resultat av instruktioner om NOS, hur elever lär, men också om hur samhället och skolan ser ut. Hur man ser på inquiry handlar även om vilken uppfattning man har om naturvetenskaplig undervisning. Inquiry har under de senaste 10 åren använts på

flera olika sätt. Inom forskningsvärlden har många en egen bild av vad begreppet innebär. Risken är att man tror att inquiry innebär att eleverna ska forska själva, att avsikten är att göra forskare av dem.

I inledningen av studien konstaterades det att man ser väldigt lite av denna verksamhet i klassrummen, trots att forskning och rapporter under flera år påvisat fördelar med inquiry-undervisning. Inquiry står inte utskrivet i de svenska styrdokumenterna, men väl att ett undersökande arbetssätt med anknytning till naturvetenskapens världsbild och naturvetenskapens arbetsmetoder eftersträvas (Skolverket, 2011a). Vad skulle krävas för att lärare ska värdesätta inquiry-metoder i sin undervisning?

Denna studie har riktats mot att utveckla vägar för att överbrygga gapet mellan forskningsresultat och praktik inom naturvetenskaplig undervisning. Studien syftar till att beskriva förutsättningar för ett framgångsrikt genomförande av kompetensutveckling av lärare, med avseende på inquiry-undervisning. Hur kan analys och diskussion av resultaten utifrån forskningsfrågorna ge en beskrivning av förutsättningarna för framgångsrikt genomförande av denna typ av kompetensutveckling?

Hur kan relationen mellan lärarnas uppfattning om inquiry-undervisning och deras uppfattning om NOS beskrivas? Studien visar, likt tidigare studier, att lärarens uppfattning om NOS och NOSI påverkar uppfattningen om inquiry-undervisning. Lärarna i studien använde sig inte av en praktiskt undersökande verksamhet i någon större utsträckning. Detta trots att det fanns tips och instruktioner

i det fördesignade inquiry-materialet. En orsak kan vara lärarnas bristande kunskaper om NOS och NOSI. Det kan även bero på att de inte hade något egen erfarenhet av att göra undersökningar. Eftersom de inte lyckades genomföra någon framgångsrik praktisk undersökning under tiden för KI, fick de heller inte denna erfarenhet. Jag inser nu att vi under gruppdiskussioner borde ägnat mer tid åt just detta. Vi ägnade mycket tid åt att diskutera NOS och NOSI. Lärarna ändrade sin uppfattning om NOS till viss del och de kunde se likheter mellan naturvetenskapens arbetssätt och inquiry-materialets arbetsmodell.

Vilka möjligheter och hinder med inquiry-undervisning framträder? Studien visar på att lärarnas olika uppfattningar både fungerar som möjligheter och som hinder för deras inquiry-undervisning. Studien uppmärksammar lärarnas uppfattningar och elevers lärande i och om naturvetenskap samt undervisningsstrategier och bedömning. Genom att ta del av resultat och diskussion får man en bild av hur lärarna upplever situationen, och ger en ledtråd till varför lärare inte väljer inquiry-undervisning. Lärarna befinner sig i en komplicerad situation där de ska hantera traditioner på skolan och inom naturvetenskaplig undervisning i största allmänhet. De ska även möta upp samhällets förväntningar på naturvetenskaplig undervisning. Dessa kulturella uppfattningar stämmer inte alltid överens med politiska förväntningar. Kanske överensstämmer de inte heller alltid med vad läraren egentligen tror på och vill. Lärarna är dessutom ganska ensamma med sina uppfattningar, och samarbete kring annat än praktiska begivenheter är sällsynta.

Lärarna ändrade under studiens gång uppfattning om syfte och mål med undervisningen till att allt mer värdera att eleverna var aktiva i sitt lärande. Lärarna

beskrev det som att de ville att eleverna skulle tänka själva, träna sig i att uttrycka sig, resonera och argumentera. Lärarna ville att eleverna skulle se helheter, samband och sammanhang. Gruppdiskussionerna i KI utgick alltid från frågeställningarna ”vad lär sig eleverna?” och ”vad gjorde att de lärde sig?”. När lärare gavs tillfälle att diskutera sin undervisning blev de kanske också mer medvetna om sambandet mellan elevernas kunskaper och sin undervisning. Lärarnas uppdrag med KI var att ge förslag på hur materialet skulle kunna utvecklas för att passa i verkligheten. Detta undersökande engagemang kan också vara en bidragande orsak till utvecklingen. Övriga aspekter lärarna nämner som viktiga för att utvecklas var att KI pågick under en längre tid, att den var kopplad till deras egen undervisning, att de fick handledning och att de såg kopplingar till styrdokumentet. Dessa aspekter har också tidigare forskning visat vara viktiga för framgångsrik KI. Dessa två år är emellertid antagligen för kort tid för att förändringen ska ge bestående effekter. Det finns en uppenbar risk att lärarna efterhand återgår till sin traditionella undervisning. Eftersom det inte finns schemalagd handledd tid för lärare att reflektera tillsammans kommer lärarna sannolikt inte att fortsätta att reflektera tillsammans.

Om jag fick tillfälle att göra studien igen skulle jag ta med mig betydelsen av att lärarna har ett fördesignat undervisningsmaterial att utgå ifrån. Lärare behöver se goda exempel på undervisning där elever lär sig på ett nytt sätt. Jag upplevde det även som viktigt att lärarna var med och utvecklade materialet som ett led i deras egen utveckling. Storyline var en bra metod för att reflektera över och kunna berätta om sin egen utveckling. Jag har också med mig betydelsen av lärarens uppfattning av NOS och NOSI för hur hon ser på sina syften och mål med inquiry-undervisningen.

Mot bakgrund av detta finner jag det intressant att fortsättningsvis studera lärare och deras inquiry-undervisning. Vad kommer att hända med undervisningen om lärare får handledning under en längre tid? Vad kommer att vara hinder och möjligheter när lärare får mer tid till och mer erfarenhet av inquiry-undervisning? Vad krävs för att lärare ska värdera även praktiskt undersökande aktiviteter i sin undervisning? Vad händer egentligen i klassrummet? Hur uppfattar eleverna undervisningen?

Om jag utifrån denna studie fick uppdraget att utforma riktad kompetensutveckling för lärare, skulle jag planera för en långsiktig process. Framför allt skulle jag ta till vara på resultatet från studien som visar att lärare är mottagliga att förändra sin uppfattning när de ser ett positivt resultat hos eleverna. I detta sammanhang är långsiktighet av betydelse eftersom det tar tid för både elever och lärare att lära sig tänka på nya sätt om undervisningen. En annan aspekt jag skulle lägga stor vikt vid är att visa kopplingen mellan inquiry, NOS och läroplanens syfte, mål och kunskapskrav. Lärare behöver också handledning, vilket inte bara är viktigt för att lyfta fram lärarnas diskussioner, utan också för att visa på kopplingar till aktuell forskning.

Referenser

- AAAS, A. A. f. t. A. o. S. (1994). Science for all americans: Project 2061.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2001). Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners.
- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H. I. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science education*, 88(3), 397-419.
- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Abell, S. K., & Roth, M. (1992). Constraints to teaching elementary science: A case study of a science enthusiast student teacher. *Science education*, 76(6), 581-595.
- Aguirre, J. M., Haggerty, S. M., & Linder, C. J. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education. *International Journal of Science Education*, 12(4), 381-390.
- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*: Teachers College Press.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Allchin, D. (2003). Scientific myth-conceptions. *Science education*, 87(3), 329-351.
- Allchin, D. (2012). Toward clarity on whole science and KNOWS. *Science education*, 96(4), 693-700.
- Anderson, R. D. (1996). *Study of Curriculum Reform.[Volume I: Findings and Conclusions.] Studies of Education Reform*: ERIC.

- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Atar, H. Y. (2007). *Investigating Inquiry Beliefs and Nature of Science (NOS) Conceptions of Science Teachers as Revealed Through Online Learning*: ProQuest.
- Baird, J. R., & Mitchell, I. J. (1987). *Improving the quality of teaching and learning: An Australian case study, the PEEL project*: Monash University Printery.
- Baird, J. R., & Northfield, J. R. (1995). *Learning from the PEEL experience*: School of Graduate Studies, Faculty of Education, Monash University.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students “ideas-about-science”: Five dimensions of effective practice. *Science education*, 88(5), 655-682.
- Bencze, J. L., Bowen, G. M., & Alsop, S. (2006). Teachers' tendencies to promote student-led science projects: Associations with their views about science. *Science education*, 90(3), 400-419.
- Blanchard, M. (2006). Assimilation or transformation? An analysis of change in secondary science teachers following an inquiry-based field experience. *Unpublished doctoral dissertation, Florida State University, Tallahassee, FL*.
- Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). Lessons learned: How collaboration helped middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 539-551.
- Bogardus, E. S. (1926). The group interview. *Journal of applied sociology*, 10(4), 372-382.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1982). *Qualitative research for education*: Allyn and Bacon Boston.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of teacher education*, 41(3), 53-62.
- Buaraphan, K. (2010). Pre-Service and In-Service Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science. *Science Educator*, 19(2), 35-47.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*: ERIC.
- Bybee, R. W. (2000). Teaching science as inquiry (pp. 20-46). *Inquiry into Learning and Teaching in Science*: J. Minstrell. van Zee, E.H (Ed.).
- Bybee, R. W., Carlson-Powell, J., & Trowbridge, L. W. (2008). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy*: Pearson/Merrill/Prentice Hall.

- Byers, A., & Fitzgerald, M. A. (2002). Networking for leadership, inquiry, and systemic thinking: A new approach to inquiry-based learning. *Journal of Science Education and Technology*, 11(1), 81-91.
- Carlsen, W. S. (1993). Teacher knowledge and discourse control: Quantitative evidence from novice biology teachers' classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 471-481.
- Cartier, J. L., & Stewart, J. (2000). Teaching the nature of inquiry: Further developments in a high school genetics curriculum. *Science & Education*, 9(3), 247-267.
- Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1984). *Teachers' thought processes*: Institute for Research on Teaching, Michigan State University.
- Colburn, A. (1996). Modifying laboratory activities [invited paper]. *The Science Teacher*, 63(1), 10.
- Connelly, F. M., & Clandinin, D. J. (1990). Stories of experience and narrative inquiry. *Educational researcher*, 19(5), 2-14.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642.
- Crawford, B. A., Krajcik, J. S., & Marx, R. W. (1999). Elements of a community of learners in a middle school science classroom. *Science education*, 83(6), 701-723.
- Cronin-Jones, L. L. (1991). Science teacher beliefs and their influence on curriculum implementation: Two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(3), 235-250.
- Davis, K. S. (2003). "Change is hard": What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science education*, 87(1), 3-30.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational researcher*, 38(3), 181-199.
- Donaldson, N. L., & Odom, A. L. (2001). What makes swing time? A directed inquiry-based lab assessment. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 38(2), 29-33.
- Doris, E. (1991). Doing what scientists do. *Children*, 1, 1.
- Doyle, W., & Ponder, G. A. (1977). The practicality ethic in teacher decision-making. *Interchange*, 8(3), 1-12.

- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. A. (1988). Abandoning the scientific legacy of science education. *Science education*, 72(1), 51-62.
- Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*: Teachers College Press New York.
- Duschl, R. A. (1994). Research on the history and philosophy of science. *Handbook of research on science teaching and learning*, 443-465.
- Duschl, R. A., & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 467-501.
- Edelson, D. C. (2001). Learning-for-use: A framework for the design of technology-supported inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 355-385.
- Eick, C. J. (2000). Inquiry, nature of science, and evolution: the need for a more complex pedagogical content knowledge in science teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 4(3).
- Eick, C. J., & Reed, C. J. (2002). What makes an inquiry-oriented science teacher? The influence of learning histories on student teacher role identity and practice. *Science education*, 86(3), 401-416.
- Ekborg, M., Ideland, M., Lindahl, B., Malmberg, C., Ottander, C., & Rosberg, M. (2012). *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet*: Gleerup.
- Erickson, F. (1985). *Qualitative methods in research on teaching*: Institute for Research on Teaching.
- Espinosa-Bueno, J. S., Lebastida-Pina, D. V., Padilla-Martinez, K., & Garritz, A. (2011). Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess It and Its Application to High School In-Service Teachers. *US-China Education Review*, 8.
- Fensham, P. J. (1988). Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. *Development and dilemmas in science education*, 23, 1-26.
- Fetterman, D. M. (1998). *Ethnography*: Sage Publications, Inc.
- Frelindich, N. (1998). From Sputnik to TIMSS: Reforms in science education make headway despite setbacks. *Harvard Education Letter*, 1.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*: Routledge.
- Gallagher, J. J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science education*, 75(1), 121-133.

- Gallas, K. (1995). *Talking Their Way into Science: Hearing Children's Questions and Theories, Responding with Curricula*: ERIC.
- Gess-Newsome, J. (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 51-94): Springer.
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science education*, 86(5), 693-705.
- Guskey, T. R. (2003). What makes professional development effective? *Phi delta kappan*, 84(10), 748-750.
- Hamm, M., & Adams, D. (2002). Collaborative inquiry: Working toward shared goals. *Kappa Delta Pi Record*, 38(3), 115-118.
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E. M. (2004). Using a Science Writing Heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131-149.
- Haney, J. J., Czerniak, C. M., & Lumpe, A. T. (1996). Teacher beliefs and intentions regarding the implementation of science education reform strands. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 971-993.
- Hansson, L., Redfors, A., & Rosberg, M. (2011). Students' Socio-Scientific Reasoning in an Astrobiology context during work with a Digital Learning Environment. *J Sci Educ Technol* 20(4), 388-402.
- Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B. S., & Simon, S. (2008). Evidence-based professional development of science teachers in two countries.
- Hart, L. C. (2002). Preservice teachers' beliefs and practice after participating in an integrated content/methods course. *School Science and Mathematics*, 102(1), 4-14.
- Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 47-63.
- Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2009). Experienced Science Teachers' Learning in the Context of Educational Innovation. *Journal of Teacher Education*, 60(2), 184-199.
- Hmelo-Silver, C. E., Nagarajan, A., & Day, R. S. (2002). "It's harder than we thought it would be": A comparative case study of expert–novice experimentation strategies. *Science education*, 86(2), 219-243.
- Holloway, I., & Wheeler, S. (2002). *Qualitative Research in Nursing*: Oxford, Blackwell Publishing.
- Huberman, A. M., & Miles, M. B. (1984). *Innovation up close: How school improvement works*: Springer.

- Huberman, A. M., & Miles, M. B. (1994). Data management and analysis methods.
- Iwasyk, M. (1997). Kids Questioning Kids:" Experts" Sharing. *Science and Children*, 35(1), 42-46, 80.
- Kagan, D. M. (1992). Implication of research on teacher belief. *Educational psychologist*, 27(1), 65-90.
- Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645.
- Kitzinger, J. (1995). Qualitative research. Introducing focus groups. *BMJ: British medical journal*, 311(7000), 299.
- Koch, T. (1998). Storytelling: is it really researach? *Journal of Advanced Nursing*, 28, 1182-1190.
- Kohn, A. (2000). *The schools our children deserve: moving beyond traditional classrooms and" tougher standards"*: Mariner Books.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 483-497.
- Kurose, A. (2000). ``Eyes on science": Asking questions about the moon on the playground, in class, and at home. *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*, 139-147.
- Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*: Studentlitteratur.
- Kwan, R., Minstrell, J., & van Zee, E. (2000). Tapping into children's curiosity. *Inquiring into teaching inquiry learning and teaching in science*, 148-150.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, 83-126.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? *Science education*, 71(5), 721-734.

- Lee, O., Hart, J. E., Cuevas, P., & Enders, C. (2004). Professional development in inquiry-based science for elementary teachers of diverse student groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1021-1043.
- Liu, O. L., Lee, H. S., & Linn, M. C. (2010). An investigation of teacher impact on student inquiry science performance using a hierarchical linear model. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 807-819.
- Loughran, J., Berry, A., Mulhall, P., & Woolnough, J. (2006). Understanding and valuing the development of pedagogical content knowledge in science teacher education.
- 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), 370-391.
- Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs: The impact of an inquiry-based professional development programme on beginning and experienced secondary science teachers. *International Journal of Science Education*, 23(5), 517-534.
- Lumpe, A. T., Haney, J. J., & Czerniak, C. M. (2000). Assessing teachers' beliefs about their science teaching context. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 275-292.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (2002). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education*, 95-132.
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Blunk, M., Crawford, B., Kelly, B., & Meyer, K. M. (1994). Enacting project-based science: Experiences of four middle grade teachers. *The Elementary School Journal*, 517-538.
- Matson, J. O., & Parsons, S. (2002). The nature of science: achieving scientific literacy by doing science *The Nature of Science in Science Education* (pp. 223-230): Springer.
- McComas, W. F. (2002). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths *The nature of science in science education* (pp. 53-70): Springer.
- McDonald, J. P. (1992). *Teaching: Making sense of an uncertain craft*: ERIC.
- McGoey, J., & Ross, J. (1999). Research, practice, and teacher internship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 117-120.
- Millar, R., Leach, J. T., & Osborne, J. (2000). *Improving science education : the contribution of research*. Buckingham: Open University Press.

- Minstrell, J. A., & Van Zee, E. H. (2000). *Inquiring into inquiry: learning and teaching in science*.
- Moscovici, H. (1999). Shifting from ActivityMania to Inquiry Science--What Do We (Science Educators) Need To Do?
- Munby, H., Cunningham, M., & Lock, C. (2000). School science culture: A case study of barriers to developing professional knowledge. *Science education*, 84(2), 193-211.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for Understanding: The Complex Nature of Pedagogical Content Knowledge in Pre-Service Education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281-1299.
- 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.
- NRC. (1996). *The National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- NRC. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. (0309064767). National Academies Press.
- NRC (Producer). (2013). Next Generation Science Standards.
- NSF (Producer). (1996, 2013-09-22). WISE v4 web-based inquiry science environment. Hämtad från <https://wise.berkeley.edu/>
- NSTA, N. S. T. A. (2003). Standards for science teacher preparation. 2013-07-12, 27, 2009.
- Osborne, J., & Collins, S. (2000). Pupils' and parents' views of the school science curriculum. *School science review*, 82(298), 23-31.
- Osborne, J., Duschl, R., & Fairbrother, B. (2003). *Breaking the mould? Teaching science for public understanding: Lessons from the classroom*. Paper presented at the The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of educational research*, 62(3), 307-332.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in science education*, 38(3), 261-284.
- Pearce, C. R. (1999). *Nurturing Inquiry: Real Science for the Elementary Classroom*. ERIC.
- Radford, D. L. (1998). Transferring theory into practice: A model for professional development for science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 73-88.

- Reissman, C. K. (2004). Narrative analysis. In A. B. M.S. Lewis-Beck, T. Futing Liao (Ed.), *Encyclopedia of Social Science Research Methods*. Thousand Oaks: CA: Sage.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. *Handbook of research on teacher education*, 2, 102-119.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. *Handbook of research on science education*, 729-780.
- Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner-researchers*: Wiley-Blackwell.
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*: Office for Official Publications of the European Communities.
- Rosenthal, D. B. (1993). Images of scientists: A comparison of biology and liberal studies majors. *School Science and Mathematics*, 93(4), 212-216.
- Runesson, U. (2011). Lärares kunskapsarbete—exemplet learning study. *om undervisning och lärande*, 7.
- Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962). The teaching of science as enquiry. *The teaching of science*, 3-103.
- Schwartz, R., Lederman, N., & Lederman, N. (2008). *An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire*.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Shimoda, T. A., White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (2002). Student goal orientation in learning inquiry skills with modifiable software advisors. *Science education*, 86(2), 244-263.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Sim, J. (1998). Collecting and analysing qualitative data: issues raised by the focus group. *Journal of advanced nursing*, 28(2), 345-352.
- Sjöberg, S. (2005). *Naturvetenskap som allmänbildning : en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket. (2011a). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Stockholm: Edita.
- Skolverket. (2011b). *Kommentarmaterial till kursplanen i fysik*. Stockholm: Edita.

- Skolverket (Producer). (2014-03-07). Stöd för undervisning i naturvetenskap och teknik. Hämtad från <http://www.skolverket.se/skolutveckling/larande/nt/ntundervisning>
- Smith, D. C., & Anderson, C. W. (1999). Appropriating scientific practices and discourses with future elementary teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 755-776.
- Smith, D. C., & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and teacher Education*, 5(1), 1-20.
- Smith, L. K. (2005). The impact of early life history on teachers' beliefs: in-school and out-of-school experiences as learners and knowers of science. *Teachers and teaching*, 11(1), 5-36.
- Songer, N. B., Lee, H. S., & Kam, R. (2002). Technology-rich inquiry science in urban classrooms: What are the barriers to inquiry pedagogy?*. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(2), 128-150.
- Stiles, K. E., Loucks-Horsley, S., Mundry, S., Hewson, P. W., & Love, N. (2009). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*: Sage Publications.
- Stuart, C., & Thurlow, D. (2000). Making it their own: Preservice teachers' experiences, beliefs, and classroom practices. *JOURNAL OF TEACHER EDUCATION-WASHINGTON DC-*, 51(2), 113-121.
- Tobin, K., & McRobbie, C. J. (1996). Cultural myths as constraints to the enacted science curriculum. *Science education*, 80(2), 223-241.
- Tobin, K., Tippins, D. J., & Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. *Handbook of research on science teaching and learning*, 45, 93.
- Trumbull, D. J., Scarano, G., & Bonney, R. (2006). Relations among Two Teachers' Practices and Beliefs, Conceptualizations of the Nature of Science, and Their Implementation of Student Independent Inquiry Projects. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1717-1750.
- Tsai, C.-C. (2002). Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783.
- Turner, S., & Sullenger, K. (1999). Kuhn in the classroom, Lakatos in the lab: Science educators confront the nature-of-science debate. *Science, Technology & Human Values*, 24(1), 5-30.
- Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of

- competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960.
- Van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational researcher*, 41(1), 26-28.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Van Eekelen, I., Boshuizen, H., & Vermunt, J. D. (2005). Self-regulation in higher education teacher learning. *Higher Education*, 50(3), 447-471.
- van Zee, E. H., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D., & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversations about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 159-190.
- Waters-Adams, S. (2006). The Relationship between Understanding of the Nature of Science and Practice: The Influence of Teachers' Beliefs about Education, Teaching and Learning. *International Journal of Science Education*, 28(8), 919-944.
- Welch, W. W., Klopfer, L. E., Aikenhead, G. S., & Robinson, J. T. (1981). The role of inquiry in science education: Analysis and recommendations. *Science education*, 65(1), 33-50.
- Whitin, P., & Whitin, D. J. (1997). *Inquiry at the Window: Pursuing the Wonders of Learners*: ERIC.
- Wickman, P.-O., & Persson, H. (2009). *Naturvetenskap och naturorienterande ämnen i grundskolan: en ämnesdidaktisk vägledning*: Liber.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science education*, 87(1), 112-143.
- Yerrick, R., Parke, H., & Nugent, J. (1997). Struggling to promote deeply rooted change: The "filtering effect" of teachers' beliefs on understanding transformational views of teaching science. *Science education*, 81(2), 137-159.
- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807-838.
- Yoon, K. S., Duncan, T., Lee, S. W.-Y., Scarloss, B., & Shapley, K. L. (2007). *Reviewing the evidence on how teacher professional development affects*

student achievement: National Center for Educational Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, US Department of Education.

Zipf, R., & Harrison, A. G. (2002). The terrarium unit: a challenge to teachers' concepts of what is science teaching. *Reconceptualizing Learning in the Knowledge Society*. Flaxton, Qld: Post Pressed.

Bilagor

Ämnesfördjupning och förslag på praktiska undersökningar till området som handlar om strålning "Blir man sjuk av mobiltelefonen"

Undersökning nr 1 med frågeställningen "Vad är strålning?".

Fördjupningsmaterial till denna innehöll information om:

- Strålning, både joniserande strålning och icke-joniserande strålning
- Atomer och joner
- Elektromagnetisk strålning
- Historik, Wilhelm Conrad Röntgen, Henri Becquerel, Marie och Pierre Curie, Albert Einstein, Rolf Sievert och Ernest Rutherford.

Fördjupningsmaterialet innehöll även förslag på praktiska undersökningar, till exempel att planera en undersökning för att mäta mikrovågor från en mobiltelefon med en mikrovågsmätare.

Undersökning nr 2 med frågeställningen "Vad händer med kroppen när den utsätts för strålning?".

Fördjupningsmaterial till denna innehöll information om:

- Hur materia påverkas av joniserande strålning
- Hur man kan stoppa joniserande strålning
- Hur material påverkas av elektromagnetisk strålning
- Hur mycket energi som absorberas, effekt, intensitet och absorptionsnivå.
- Säkerhetsfrågor rörande mobiltelefoner

Fördjupningsmaterialet innehöll även förslag på praktiska undersökningar, till exempel undersöka mikrovågoras genomtränglighet, bygga enkla radiosändare, designa undersökning för att undersöka vad som stoppar strålning från en radiostyrd bil.

Undersökning nr 3 med frågeställningen "Vad har människan lärt sig att använda strålning till?".

Fördjupningsmaterial till denna innehöll information om:

- Hur en mobiltelefon fungerar
- Mobiltelefoner och basstationer
- Master
- Mikrougnar
- Strålbehandling

- Tandröntgen
- Atombomber
- Kärnkraft
- Radon
- Bakgrundsstrålning
- Strålning från sol och solarier

Fördjupningsmaterialet innehöll även förslag på praktiska undersökningar, till exempel olika undersökningar om vad som händer i mikrovågsugnen, om olika ämnen blir olika varma, värma en vindruva, hur de elektromagnetiska vågorna påverkar en glödlampa och/eller ett urladdningsrör.

Slutligen skulle eleverna skriva en argumentation angående frågeställningen "Blir man sjuk av mobiltelefonen".

Inspiration hämtades från Ekborg et al. (Ekborg et al., 2012).

Mus och råtta

Högskolan Kristianstad
291 88 Kristianstad
044-20 30 00
www.hkr.se

Mus förklarar "Jag vet att det var Råtta som stal min Herrgårdsost för att när jag kom hem till mitt hål saknades det en bit ost. Jag bara vet att Råtta är tjuven!"

Råtta förklarar: "Det är inte jag som är tjuven! Detta är min egen bit ost. Bara för att Mus saknar lite ost betyder det inte att det är jag som har stulit den. Dessutom, kan du se att Musens ost hur klarare gul färg, och min ostbit är ljusare gul. Om du smakar på min ost så smakar den som Cheddar och Musens ost är en Herrgårdsost. Slutligen, om du kollar in mitt midjemått så kan du se att jag inte skulle kunna ta mig in i Musen mushål."

Vem anser du att har rätt? Svara på frågorna nedan!

- Vem ger en bättre, mer övertygande förklaring?
 - ☐ Mus
 - ☐ Råtta
- Förklara VARFÖR du valde Mus eller Råtta. Ge exempel. Vilka bevis hade förklaringen som gjorde den mer övertygande?
 - ☐ Jag valde.... Förklaringen var mer övertygande för den innehöll dessa bevis....

Föreställningar om naturvetenskapens karaktär

Baserad på VNOS (C)¹

¹ Referens:

Abd-El-Khalick, F. (1998). The influence of history of science courses on students' conceptions of nature of science. Unpublished doctoral dissertation. Oregon State University, Corvallis.

Lederman, N. G., Schwartz, R. S., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R. L. (2001). Pre-service teachers' understanding and teaching of the nature of science: An intervention study. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 1, 135-160.

VNOS (C)

Namn: _____

Datum:

Instruktioner

- Besvara var och en av följande frågor. Ta med relevanta exempel närhelst det är möjligt. Du kan använda papperets baksida om du behöver mer plats
- **Det finns inga rätta eller felaktiga svar på nedanstående frågor. Det enda vi är intresserade av är din åsikt om ett antal frågor som rör naturvetenskap.**

1. Vad är naturvetenskap enligt din mening? Vad skiljer naturvetenskap (eller naturvetenskapliga discipliner som fysik, biologi etc.) från andra forskningsdiscipliner (t.ex. religion eller filosofi)?

2. Vad är ett experiment?

3. Är experiment nödvändiga för utvecklingen av naturvetenskaplig kunskap?

- Om ja, förklara varför. Ge ett exempel för att motivera din ståndpunkt.
- Om nej, förklara varför. Ge ett exempel för att motivera din ståndpunkt.

4. I läroböcker i naturvetenskap beskrivs atomen ofta som en central kärna bestående av protoner (positivt laddade partiklar) och neutroner (oladdade partiklar) och med elektroner (negativt laddade partiklar) som cirkulerar runt kärnan. Hur säkra är forskarna på atomens uppbyggnad? Vilka specifika bevis, eller typer av bevis, **tror du** att forskarna använde för att avgöra hur en atom är uppbyggd?

5. Finns det någon skillnad mellan en naturvetenskaplig teori och en naturvetenskaplig lag? Illustrera ditt svar med ett exempel.

6. Ändras någonsin en naturvetenskaplig teori (t.ex. atomteori, evolutionsteori) efter att den utvecklats av forskare?

- Om du anser att naturvetenskapliga teorier inte ändras, förklara varför.
Motivera ditt svar med exempel.
- Om du anser att naturvetenskapliga teorier ändras:
 - a) Förklara varför naturvetenskapliga teorier ändras.
 - b) Förklara varför vi bryr oss om att lära oss naturvetenskapliga teorier.
Motivera ditt svar med exempel.

7. Naturvetenskapliga läromedel definierar ofta en art som en grupp organismer som har liknande egenskaper och som kan korsa sig och få fertil avkomma. Hur säkra är forskarna på sin karaktärisering av en art? Vilka specifika bevis **tror du** att forskarna använde sig av för att bestämma vad en art är?

8. För att få svar på sina frågor utför forskare experiment/undersökningar. Använder sig forskare av sin kreativitet och fantasi under sina undersökningar?

- Om ja – under vilka stadier av undersökningarna tror du att forskare använder sin fantasi och kreativitet: planering och utformning; datainsamling; efter datainsamlingen? Förklara varför forskare använder sig av kreativitet och fantasi. Ge exempel om det är möjligt.
- Om du inte tror att forskare använder kreativitet och fantasi – förklara varför. Ge exempel om det är möjligt.

9. Man tror att dinosaurierna dog ut för ungefär 65 miljoner år sedan. Av de hypoteser som forskare formulerat för att förklara utdöendet, får två stort stöd. Den första hypotesen, formulerad av en forskargrupp, påstår att en stor meteorit träffade jorden för 65 miljoner år sedan, vilket orsakade en mängd händelser som ledde till utdöendet. Den andra hypotesen, formulerad av en annan grupp forskare, påstår att kraftiga och våldsamma vulkanutbrott orsakade utdöendet. Hur är det möjligt att komma fram till **olika slutsatser** när forskarna i de båda grupperna har tillgång till och använder **samma data** för att dra sina slutsatser?

10. Vissa menar att naturvetenskap genomsyras av sociala och kulturella värderingar. Alltså, att naturvetenskap speglar sociala och politiska värderingar, filosofiska antaganden och intellektuella normer i den kultur där den praktiseras. Andra menar att naturvetenskap är universell. Alltså, att naturvetenskap överbryggat nationella och kulturella gränser och inte påverkas av sociala, politiska och filosofiska värderingar eller intellektuella normer i den kultur där den praktiseras.

- Om du tror att naturvetenskap speglar sociala och kulturella värderingar, förklara varför och hur. Motivera ditt svar med exempel.
- Om du tror att naturvetenskap är universell, förklara varför och hur. Motivera ditt svar med exempel.

VOSI-4

Namn: _____

Kodnummer: _____

Datum: _____

Vi är intresserade av hur du ser på vad naturvetenskap är och hur naturvetenskap praktiseras.

Det finns inga rätt eller fel svar till dessa frågor. Du kan använda allt utrymme du behöver för att svara på en fråga.

- [illegible]

och taggade. De har stora hörntänder och stora vassa kindtänder. Han lade också märke till att växt ätarna, t.ex. hjortar och hästar, har mindre hörntänder eller inga alls och breda, klumpiga kindtänder. Han drog slutsatsen att det finns ett samband mellan tändernas strukturer och den mat djuren äter.

- (a) Anser du att denna persons undersökning är ett experiment? Förklara varför eller varför inte.

- (b) Anser du att denna persons undersökning är vetenskaplig? Förklara varför eller varför inte genom att beskriva vad det betyder att något är "vetenskapligt."

Denna undersökning är / är inte (ringa in en) vetenskaplig för att....

4. Den "naturvetenskapliga metoden" beskrivs ofta med steg som att formulera en hypotes, identifiera variabler (beroende/oberoende), designa ett experiment, samla in data, rapportera resultat. Håller du med om att forskare måste följa den naturvetenskapliga metoden för att göra god naturvetenskap.

_____ **JA, forskare måste följa den naturvetenskapliga metoden**

_____NEJ, det finns många naturvetenskapliga metoder

- Om du svarar JA (du anser att alla vetenskaplig undersökningar måste följa en standard mall med steg eller metoder), beskriv varför forskare måste följa denna metod.
 - Om du svarar NEJ (du anser att det finns flera olika naturvetenskapliga metoder), förklara hur metoderna skiljer sig åt och hur de ändå kan vara naturvetenskapliga.
5. Vilken sorts information krävs för att forskare ska kunna bevisa och anta ett naturvetenskapligt påstående? (Med andra ord, hur vet forskare när de är klara att publicera sina resultat? Vad behöver de för att övertyga andra om sitt påstående?)

6. (a) Om flera forskare, som arbetar självständigt, ställer *samma frågor* och följer *samma procedurer* för att samla in data, kommer de nödvändigtvis att komma till *samma slutsatser*?

Förklara varför eller varför inte.

- (b) Om flera forskare, som arbetar självständigt, ställer *samma frågor* men följer *olika procedurer* för att samla in data, kommer de nödvändigtvis att komma till samma slutsatser? Förklara varför eller varför inte.

(c) Kommer ditt svar till (a) att ändras om forskarna *arbetar tillsammans*? Förklara.

(d) Kommer ditt svar till (b) att ändras om forskarna *arbetar tillsammans*?
Förklara.

7. Ibland upptäcker forskare motsägelser i sina data. Vad tror du forskarna gör när delar av deras data inte passar in med vad de förväntar sig (något avvikande eller motsägelsefullt har hittats)?

Högskolan Kristianstad
291 88 Kristianstad
044-20 30 00
www.hkr.se

Information om ett forskningsprojekt

Med detta brev vill vi informera om ett forskningsprojekt i den klass ert barn går. Projektet riktar sig mot klassens lärare och sker inom ramen för kommunens satsning av Lic-forsarskolan. Projektets namn är *"Teaching Science Through Inquiry: Professional Development for In-Service Teachers"*. Syftet är att utveckla sätt att undervisa i de naturvetenskapliga ämnena.

Under NO-lektionerna 2012 – 2013 arbetar eleverna periodvis med detta material.

Vi kommer att vara med på vissa lektioner för att observera vad som händer. Syftet är att ta reda på hur eleverna diskuterar och löser de uppgifter de får.

Vi följer Vetenskapsrådets etiska riktlinjer (www.vr.se). All data behandlas konfidentiellt och anonymt. De inspelningar som görs kommer endast att användas inom projektgruppen.

Vänliga hälsningar

Ingrid Lundh
044 – 20 34 19
ingrid.lundh@hkr.se

Maria Rosberg
044 - 20 34 17
maria.rosberg@hkr.se

Andreas Redfors
044 – 20 34 54
andreas.redfors@hkr.se

Lisa, storyline

Gör en värdering av hur tillräckliga kunskaper du själv känner att du har angående

Skriv en kompletterande text till din värdering:

Nina, storyline

Gör en värdering av hur tillräckliga kunskaper du själv känner att du har angående:

- a. Naturvetenskapens karaktär
- b. Naturvetenskapens arbetssätt
- c. Undervisnings metoder för naturvetenskapens karaktär
- d. Undervisnings metoder för naturvetenskapens arbetssätt

Skriv en kompletterande text till din värdering:

1. Margareta Enghag (2004): MINIPROJECTS AND CONTEXT RICH PROBLEMS – Case studies with qualitative analysis of motivation, learner ownership and competence in small group work in physics. (licentiate thesis) Linköping University
2. Carl-Johan Rundgren (2006): Meaning-Making in Molecular Life Science Education – upper secondary school students' interpretation of visualizations of proteins. (licentiate thesis) Linköping University
3. Michal Drechsler (2005): Textbooks', teachers', and students' understanding of models used to explain acid-base reactions. ISSN: 1403-8099, ISBN: 91-85335-40-1. (licentiate thesis) Karlstad University
4. Margareta Enghag (2007): Two dimensions of Student Ownership of Learning during Small-Group Work with Miniprojects and context rich Problems in Physics. ISSN: 1651-4238, ISBN: 91-85485-31-4. (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
5. Maria Åström (2007): Integrated and Subject-specific. An empirical exploration of Science education in Swedish compulsory schools. (Licentiate thesis) Linköping university
6. Ola Magntorn (2007): Reading Nature: developing ecological literacy through teaching. (Doctoral Dissertation) Linköping University
7. Maria Andréé (2007): Den levda läroplanen. En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-632-9 (Doctoral Dissertation, LHS)
8. Mattias Lundin (2007): Students' participation in the realization of school science activities. (Doctoral Dissertation) Linköping University
9. Michal Drechsler (2007): Models in chemistry education. A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools ISBN 978-91-7063-112-2 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
10. Proceedings from FontD Vadstena-meeting, April 2006.
11. Eva Blomdahl (2007): Teknik i skolan. En studie av teknikundervisning för yngre skolbarn. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-635-0 (Doctoral Dissertation, LHS)
12. Iann Lundegård (2007): På väg mot pluralism. Elever i situerade samtal kring hållbar utveckling. ISSN: 1400-478X, HLS Förlag: ISBN 978-91-7656-642-8 (Doctoral Dissertation, LHS)
13. Lena Hansson (2007): "Enligt fysiken eller enligt mig själv?" – Gymnasieelever, fysiken och grundantaganden om världen. (Doctoral Dissertation) Linköping University.

14. Christel Persson (2008): Sfärernas symfoni i förändring? Lärande i miljö för hållbar utveckling med naturvetenskaplig utgångspunkt. En longitudinell studie i grundskolans tidigare årskurser. (Doctoral Dissertation) Linköping University
15. Eva Davidsson (2008): Different Images of Science – a study of how science is constituted in exhibitions. ISBN: 978-91-977100-1-5 (Doctoral Dissertation) Malmö University
16. Magnus Hultén (2008): Naturens kanon. Formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842-2007. ISBN: 978-91-7155-612-7 (Doctoral Dissertation) Stockholm University
17. Lars-Erik Björklund (2008): Från Novis till Expert: Förtrogenhetskunskap i kognitiv och didaktisk belysning. (Doctoral Dissertation) Linköping University.
18. Anders Jönsson (2008): Educative assessment for/of teacher competency. A study of assessment and learning in the “Interactive examination” for student teachers. ISBN: 978-91-977100-3-9 (Doctoral Dissertation) Malmö University
19. Pernilla Nilsson (2008): Learning to teach and teaching to learn - primary science student teachers' complex journey from learners to teachers. (Doctoral Dissertation) Linköping University
20. Carl-Johan Rundgren (2008): VISUAL THINKING, VISUAL SPEECH - a Semiotic Perspective on Meaning-Making in Molecular Life Science. (Doctoral Dissertation) Linköping University
21. Per Sund (2008): Att urskilja selektiva traditioner i miljöundervisningens socialisationsinnehåll – implikationer för undervisning för hållbar utveckling. ISBN: 978-91-85485-88-8 (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
22. Susanne Engström (2008): Fysiken spelar roll! I undervisning om hållbara energisystem - fokus på gymnasiekursen Fysik A. ISBN: 978-91-85485-96-3 (Licentiate thesis) Mälardalen University
23. Britt Jakobsson (2008): Learning science through aesthetic experience in elementary school science. Aesthetic judgement, metaphor and art. ISBN: 978-91-7155-654-7. (Doctoral Dissertation) Stockholm university
24. Gunilla Gunnarsson (2008): Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner - En studie om vilket meningsskapande år 7-elever kan erbjudas i möten med den laborativa verksamhetens instruktioner, artefakter och språk inom elementär ellära, samt om lärares didaktiska handlingsmönster i dessa möten. (Doctoral Dissertation) Linköping University
25. Pernilla Granklint Enochson (2008): Elevernas föreställningar om kroppens organ och kroppens hälsa utifrån ett skolsammanhang. (Licentiate thesis) Linköping University
26. Maria Åström (2008): Defining Integrated Science Education and putting it to test (Doctoral Dissertation) Linköping University
27. Niklas Gericke (2009): Science versus School-science. Multiple models in genetics – The depiction of gene function in upper secondary textbooks and its influence on students' understanding. ISBN 978-91-7063-205-1 (Doctoral Dissertation) Karlstad University

28. Per Högström (2009): Laborativt arbete i grundskolans senare år - lärares mål och hur de implementeras. ISBN 978-91-7264-755-8 (Doctoral Dissertation) Umeå University
29. Annette Johnsson (2009): Dialogues on the Net. Power structures in asynchronous discussions in the context of a web based teacher training course. ISBN 978-91-977100-9-1 (Doctoral Dissertation) Malmö University
30. Elisabet M. Nilsson (2010): Simulated "real" worlds: Actions mediated through computer game play in science education. ISBN 978-91-86295-02-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
31. Lise-Lotte Österlund (2010): Redox models in chemistry: A depiction of the conceptions held by upper secondary school students of redox reactions. ISBN 978-91-7459-053-1 (Doctoral Dissertation) Umeå University
32. Claes Klasander (2010): Talet om tekniska system – förväntningar, traditioner och skolverkligheter. ISBN 978-91-7393-332-2 (Doctoral Dissertation) Linköping University
33. Maria Svensson (2011): Att urskilja tekniska system – didaktiska dimensioner i grundskolan. ISBN 978-91-[7393-250-9](#) (Doctoral Dissertation) Linköping University
34. Nina Christenson (2011): Knowledge, Value and Personal experience – Upper secondary students' use of supporting reasons when arguing socioscientific issues. ISBN 978-91-7063-340-9 (Licentiate thesis) Karlstad University
35. Tor Nilsson (2011): Kemistudenters föreställningar om entalpi och relaterade begrepp. ISBN 978-91-7485-002-4 (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
36. Kristina Andersson (2011): Lärare för förändring – att synliggöra och utmana föreställningar om naturvetenskap och genus. ISBN 978-91-7393-222-6 (Doctoral Dissertation) Linköping University
37. Peter Frejd (2011): Mathematical modelling in upper secondary school in Sweden An exploratory study. ISBN: 978-91-7393-223-3 (Licentiate thesis) Linköping University
38. Daniel Dufåker (2011): Spectroscopy studies of few particle effects in pyramidal quantum dots. ISBN 978-91-7393-179-3 (Licentiate thesis) Linköping University
39. Auli Arvola Orlander (2011): Med kroppen som insats: Diskursiva spänningsfält i biologiundervisningen på högstadiet. ISBN 978-91-7447-258-5 (Doctoral Dissertation) Stockholm University
40. Karin Stolpe (2011): Att uppmärksamma det väsentliga. Lärares ämnesdidaktiska förmågor ur ett interaktionskognitivt perspektiv. ISBN 978-91-7393-169-4 (Doctoral Dissertation) Linköping University
41. Anna-Karin Westman (2011) Samtal om begreppskartor – en väg till ökad förståelse. ISBN 978-91-86694-43-2 (Licentiate thesis) Mid Sweden University
42. Susanne Engström (2011) Att vårdsamt värdesätta eller tryggt trotsa. Gymnasiefysiken, undervisningstraditioner och fysiklärares olika strategier för energiundervisning. ISBN 978-91-7485-011-6 (Doctoral Dissertation) Mälardalen University
43. Lena Adolfsson (2011) Attityder till naturvetenskap. Förändringar av flickors och pojkars attityder till biologi, fysik och kemi 1995 till 2007. ISBN 978-91-7459-233-7 (Licentiate thesis) Umeå University

44. Anna Lundberg (2011) Proportionalitetsbegreppet i den svenska gymnasie-matematiken – en studie om läromedel och nationella prov. ISBN 978-91-7393-132-8 (Licentiate thesis) Linköping University
45. Sanela Mehanovic (2011) The potential and challenges of the use of dynamic software in upper secondary Mathematics. Students' and teachers' work with integrals in GeoGebra based environments. ISBN 978-91-7393-127-4 (Licentiate thesis) Linköping University
46. Semir Becevic (2011) Klassrumsbedömning i matematik på gymnasieskolans nivå. ISBN 978-91-7393-091-8 (Licentiate thesis) Linköping University
47. Veronica Flodin (2011) Epistemisk drift - genbegreppets variationer i några av forskningens och undervisningens texter i biologi. ISBN 978-91-9795-161-6 (Licentiate thesis) Stockholm University
48. Carola Borg (2011) Utbildning för hållbar utveckling ur ett lärarperspektiv – Ämnesbundna skillnader i gymnasieskolan. ISBN 978-91-7063-377-5 (Licentiate thesis) Karlstad University
49. Mats Lundström (2011) Decision-making in health issues: Teenagers' use of science and other discourses. ISBN 978-91-86295-15-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
50. Magnus Oscarsson (2012) Viktigt, men inget för mig. Ungdomars identitetsbygge och attityd till naturvetenskap. ISBN: 978-91-7519-988-7 (Doctoral Dissertation) Linköping University
51. Pernilla Granklint Enochson (2012) Om organisation och funktion av människokroppens organsystem – analys av elevsvar från Sverige och Sydafrika. ISBN 978-91-7519-960-3 (Doctoral Dissertation) Linköping University
52. Mari Stadig Degerman (2012) Att hantera cellmetabolismens komplexitet – Meningsskapande genom visualisering och metaforer. ISBN 978-01-7519-954-2 (Doctoral Dissertation) Linköping University
53. Anna-Lena Göransson (2012) The Alzheimer A² peptide: Identification of Properties Distinctive for Toxic Prefibrillar Species. ISBN 978-91-7519-930-6 (Licentiate thesis) Linköping University
54. Madelen Bodin (2012) Computational problem solving in university physics education - Students' beliefs, knowledge, and motivation. ISBN 978-91-7459-398-3 (Doctoral Dissertation) Umeå University
55. Lena Aretorn (2012) Mathematics in the Swedish Upper Secondary School Electricity Program: A study of teacher knowledge. ISBN 978-91-7459-429-4 (Licentiate thesis) Umeå University
56. Anders Jidesjö (2012) En problematisering av ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik i skola och samhälle – Innehåll, medierna och utbildningens funktion. ISBN 978-91-7519-873-6 (Doctoral Dissertation) Linköping University
57. Thomas Lundblad (2012) Simulerad verklighet i gymnasieskolans fysik: en designstudie om en augmented reality simulering med socio-naturvetenskapligt innehåll. ISBN 978-91-7519-854-5 (Licentiate thesis) Linköping University
58. Annie-Maj Johansson (2012) Undersökande arbetssätt i NO-undervisningen i grundskolans tidigare årskurser. ISBN 978-91-7447-552-4 (Doctoral Dissertation) Stockholm University

59. Anna Jobér (2012) Social Class in Science Class. ISBN 978-91-86295-31-8 (Doctoral Dissertation) Malmö University
60. Jesper Haglund (2012) Analogical reasoning in science education – connections to semantics and scientific modeling in thermodynamics. ISBN 978-91-7519-773-9 (Doctoral Dissertation) Linköping University
61. Fredrik Jeppsson (2012) Adopting a cognitive semantic approach to understand thermodynamics within science education. ISBN 978-91-7519-765-4 (Doctoral Dissertation) Linköping University
62. Maria Petersson (2012) Lärares beskrivningar av evolution som undervisningsinnehåll i biologi på gymnasiet. ISBN 978-91-7063-453-6 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
63. Henrik Carlsson (2012) Undervisningsform, klassrumsnormer och matematiska förmågor. En studie av ett lokalt undervisningsförsök för elever med intresse och fallenhet för matematik. ISBN 978-91-86983-89-5 (Licentiate thesis) Linnaeus University
64. Anna Bergqvist (2012) Models of Chemical Bonding. Representations Used in School Textbooks and by Teachers and their Relation to Students' Understanding. ISBN 978-91-7063-463-5 (Licentiate thesis) Karlstad University
65. Nina Kilbrink (2013) Lära för framtiden: Transfer i teknisk yrkesutbildning. ISBN 978-91-7063-478-9 (Doctoral Dissertation) Karlstad University
66. Caroline Larsson (2013) Experiencing Molecular Processes. The Role of Representations for Students' Conceptual Understanding. ISBN 978-91-7519-607-7 (Doctoral Dissertation) Linköping University
67. Anna-Karin Carstensen (2013) Connect Modelling Learning to Facilitate Linking Models and the Real World through Labwork in Electric Circuit Courses for Engineering Students ISBN 978-91-7519-562-9 (Doctoral Dissertation) Linköping University
68. Konferensproceeding: 10-year Anniversary Meeting with the Scientific Committee
69. Marie Bergholm (2014) Gymnasieelevers kommunikativa strategier i matematikklassrummet. En fallstudie av ett smågruppsarbete om derivata ISBN 978-91-7519-306-9 (Licentiate thesis) Linköping University
70. Ingrid Lundh (2014) Undervisa Naturvetenskap genom Inquiry – En studie av två högstadielärare. ISBN 978-91-7519-285-7 (Licentiate thesis) Linköping University