Torodd Lunde är universitetsadjunkt och doktorand i kemididaktik vid Karlstads Universitet. Han har under flera år arbetat som lärare i matematik och naturämnen i grundskolans senare del och lade fram sin licentiatavhandling i kemididaktik vid Karlstads universitet 2014.

Carl-Johan Rundgren är docent i naturvetenskapsämnenas didaktik vid institutionen för matematikämnets och naturvetenskapsämnenas didaktik (MND) vid Stockholms universitet. Han disputerade i naturvetenskapernas didaktik vid Linköpings universitet 2008 och hans forskning inriktar sig bl a på naturvetenskaplig medborgarbildning, särskilt i relation till media, och på användning av olika representationer av naturvetenskapliga fenomen.

Shu-Nu Chang Rundgren är professor i naturvetenskapernas didaktik vid Karlstads universitet och universitetslektor i didaktik vid Stockholms universitet. Hon disputerade 2004 i naturvetenskapernas didaktik vid National Taiwan Normal University i Taipei. Hon var 2008–2011 gästprofessor vid Linköpings universitet och har sedan 2011 varit verksam vid Karlstads universitet. Sedan hösten 2014 är hon knuten till Stockholms universitet. Hennes forskning fokuserar bl a på elevers argumentation och på användning av socio-scientific issues i undervisningen.

TORODD LUNDE
Institutionen för Ingenjörs- och kemivetenskaper, Karlstads universitet, Sverige
torodd.lunde@kau.se

CARL-JOHAN RUNDGREN
Institutionen för matematikämnets och naturvetenskapsämnenas didaktik, Stockholms universitet, Sverige
cj.rundgren@gmail.com

SHU-NU CHANG RUNDGREN
Institutionen för Ingenjörs- och kemivetenskaper, Karlstads universitet och Institutionen för pedagogik och didaktik, Stockholms universitet, Sverige
shu-nu.chang-rundgren@edu.su.se

När läroplan och tradition möts – hur högstadielärare bemöter yttre förväntningar på undersökande arbete i naturämnesundervisningen

Abstract

The current Swedish curricula for compulsory school (Lgr11) emphasize inquiry-based science teaching to develop pupils' critical thinking while the Swedish laboratory teaching tradition emphasize laboratory work to promote students' conceptual understanding. The aim of this study is to illuminate how a group of teachers within the Swedish teaching tradition, based on the prevailing condition, met the external expectations of involving pupils in inquiry-based science teaching. During a teacher professional development program, the entire group of lower secondary science teachers within a school district, twelve in total, participated in group reflections about own inquiry activities. The results indicated that teachers, despite shortage of activities, wanted to involve pupils in inquiry-based science teaching to meet the curricula's and national tests' request for such activities. The teachers did this through hybridization, in which the teachers opened up and transformed existing laboratory activities; and by imitation, in which they imitated how investigative inquiry is carried out on national tests. Inquiry-based science teaching, as it emerges in this study, possessed several characteristics might limiting the potential for pupils to develop an understanding functional for critical thinking in private- and public lives.

Introduktion

En central dimension av naturvetenskaplig allmänbildning är förmågan att kunna vara kritisk till olika former av kunskapspåståenden och kunskapsanspråk i vardags- och samhällsliv. En förutsättning för detta, tillsammans med solida kunskaper om naturvetenskapens produkter i form av begrepp, teorier och modeller, är kunskaper om naturvetenskap som process (Jenkins, 1996; Ryder, 2002). Detta rör både kunskaper om naturvetenskap som utforskande process och som ett socialt företag. Undervisningen måste bejaka både den process där kunskapspåståenden skapas och den som medför att kunskapspåståenden antingen etableras eller förkastas (Kolstø, 2006). Hur sådana kunskaper erhålls är inte självklart. Knain & Kolstø (2011) har, liksom även Millar (2004), argumenterat för att koppla vissa dimensioner av dessa kunskapsmål till praktiska aktiviteter som modellerar bestämda aspekter av hur professionella forskare utövar sina praktiker. Genomsnittsmedborgaren har knappast något behov av att kunna genomföra naturvetenskapliga undersökningar i sig. I stället spelar denna form av praktiska aktiviteter, t.ex. laborativa undersökande aktiviteter, en roll så länge de bidrar till insikter som hjälper medborgare att hantera och bedöma de former av information som de möter i vardagslivet. Aktiviteterna blir medel för att utveckla en explicit och kritisk reflektiv förståelse av den naturvetenskapliga forskningens logik samt vad som karakteriserar den producerade kunskapen. Denna typ av begreppslig kunskap utvecklas inte automatiskt genom att eleverna själva får genomföra naturvetenskapliga undersökningar, utan kräver även explicita reflektioner över hur man gör och varför (Abd-El-Khalick et al., 2004). För att uppnå detta krävs klarhet i vad som är de specifika lärandemålen för en aktivitet, samt att aktiviteterna är utformade i enlighet med dessa (Millar, 2004).

Enligt den aktuella svenska läroplanen (Lgr 11) ska eleverna involveras i praktiskt undersökande aktiviteter i syfte att utveckla sitt kritiska tänkande, samt i syfte att ge ökad förståelse för naturvetenskapliga arbetsmetoder som ett sätt att testa och värdera påståenden (Skolverket, 2011). Betoningen på kritiskt tänkande kan tolkas i termer av att ge medborgare verktyg för att kritiskt kunna förhålla sig till flödet av ständigt ny information (Kolstø, 2001). En förutsättning för detta är att medborgare har en viss förståelse av naturvetenskap som produkt och som process för att på rätt premisser kunna bedöma olika påståenden som t.ex. kan ha inverkan på vardagsbeslut eller behövs för att kunna uppnå välgrundade ställningstagenden rörande samhällsfrågor. Undersökande arbete kan vara ett av flera sätt att bidra till sådana kunskaper (Knain & Kolstø, 2011; Millar, 2004). Dock har innebörden av undersökande arbete en lång historia av vag och oklar innebörd (DeBoer, 1991; Hodson, 1996). Detta har även indikerats i svenska studier (Gyllenpalm, Wickman, & Holmgren, 2010b). Trots stark betoning av undersökande arbete redan i de förra svenska kursplanerna (Skolverket, 2000) avslöjar flera studier att det finns ett glapp mellan intentioner i läroplaner om att engagera elever i undersökande aktiviteter för att modellera hur professionella forskare utövar sina praktiker, å ena sidan, och den faktiska undervisningen, å andra sidan (Gyllenpalm, Wickman, & Holmgren, 2010a; Högström, Ottander, & Benckert, 2006).

Under de sista åren har två viktiga externa förändringar skett kopplade till den naturorienterande undervisningen i svenska grundskolan: dels införandet av nationella prov i fysik, kemi och biologi i grundskolans årskurs nio 2009, och dels införandet av en ny läroplan 2011 (Lgr11). Båda dessa betonar undersökande arbete explicit för att ge kunskaper både *i* och *om* naturvetenskapliga arbetsmetoder. Läroplanen betonar att ett av de överordnade syftena med detta är att främja kritiskt tänkande (Skolverket, 2011). Detta gör det intressant att belysa hur lärare har tolkat dessa externa idéer och hur aktiviteter har utformats i ljuset av den befintliga undervisningstradition lärarna är en del av. Syftet med denna artikel är att belysa hur en grupp lärare inom svensk undervisningstradition, utifrån de förutsättningar de fått, tillmötesgår förväntningar om att involvera elever i undersökande arbete.

Teoretisk bakgrund

Undersökande arbete i ett naturvetenskapligt allmänbildningsperspektiv

Naturvetenskaplig allmänbildning som överordnat syfte för skolans undervisning handlar om hur man bäst kan förbereda alla elever för ett framtida liv i samhället. För att diskutera detta måste man också se på vad som kännetecknar det samhälle man önskar att allmänbilda eleverna till. Dessutom vad som karakteriserar den naturvetenskap som når det privata och det offentliga rum eleverna ska verka i. Enligt Kolstø (2006) är naturvetenskap i det moderna samhället en central aktör inom en rad olika områden där den användas för att helt eller delvis legitimera olika handlingsalternativ både inom privat- och samhällsliv. I och med att naturvetenskap från forskningsfronten i större utsträckning än tidigare förmedlas, efterfrågas och används som underlag för beslut, resulterar det i att en stor del omdiskuterade naturvetenskapliga kunskapspåståenden får en central roll i medborgares vardag. Kunskaper, verktyg och förmågor som hjälper medborgare att hantera denna form av kunskapsdiskussion är därför fundamentala i en diskussion om naturvetenskaplig allmänbildning.

Latour (1987) skiljer mellan kunskapspåståenden från forskningsfronten och etablerad kunskap. Han argumenterar för att dessa utgör två skilda former av kunskap. På den ena sidan finns tentativ kunskap från forskningsfronten (tentative science-in-the-making). Detta är kunskapspåståenden som kännetecknas av brist på konsensus inom vetenskapssamhället; det finns fortsatt legitim debatt kring olika tolkningsmöjligheter. På den andra sidan finns etablerad konsensuskunskap (established consensual knowledge). Detta är accepterade kunskapspåståenden det råder full konsensus om inom vetenskapssamhället; ingen finner det längre produktivt att ifrågasätta dessa. Medan kunskapspåståenden från forskningsfronten dominerar många sammanhang utanför skolan, är det kunskaper det råder full konsensus om som dominerar i skolans undervisning (Kolstø, 2006). Men om tentativa kunskapspåståenden från forskningsfronten är ett vanligt inslag utanför skolan, blir det också viktigt för medborgare att kunna skilja mellan vetenskap inom det etablerade och inom forskningsfronten (Bingle & Gaskell, 1994). Elever kan behöva kunskaper om processen där påståenden från forskningsfronten antingen försvinner ut från ämnesfältet eller på sikt blir etablerad som pålitlig kunskap. Vad som kännetecknar framtagande av pålitlig kunskap blir centralt för naturvetenskaplig allmänbildning.

Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv på naturvetenskap innebär att naturvetenskapliga teorier inte är något som kan upptäckas i data, utan något som måste skapas av människor (Latour & Woolgar, 1986; Kuhn, 1962; Quine, 2010). Det forskare gör, är därmed att konstruera möjliga hypoteser och därefter värdera hållbarheten av dessa. Tolkning av data handlar då om att etablera en länk mellan en hypotes som skapats och den empiri som används som stöd för denna. I forskningsfronten innebär detta att olika forskare kan skapa olika hypoteser utifrån samma uppsättning data, och att alla dessa kan vara lika relevanta att granska vidare. Det kan därför existera konkurrerande tolkningar som i ett givet skede kan vara lika rimliga. Detta utrymme för olika tolkningar legitimerar att forskare ibland tolkar samma uppsättning data på olika sätt och att detta är en naturlig del av naturvetenskapen. För att forskare efterhand ska nå en gemensam slutsats, måste de enas om giltigheten av de experiment och det datamaterialet som ligger till grund för en hypotes, samt hur relevant detta underlag är som stöd för denna. Forskare behöver därför dokumentera trovärdigheten av sina hypoteser. Detta sker genom att dryfta hypoteser i ljuset av all tillgänglig empiri och av all kunskap som redan är vedertagen. Allt detta, i form av empiriska belägg och förankring i etablerad kunskap, använder forskare som stöd för sina kunskapspåståenden när de sedan offentliggör och försvarar sina tolkningar. Experimentrapporter, publicering av artiklar eller konferensbidrag kan då ses som en form av argumentation i en pågående debatt, med syftet att uppnå konsensus kring en tolkning (Ziman, 1968). Praxis med kollegial granskning och publicering av artiklar bidrar till att sålla bort tolkningar som är ohållbara eller forskning av låg kvalitet och fungerar som en filtreringsprocess som på sikt bidrar till att etablera de teorier som alla kan enas om (Bauer, 1994). När offentliggörande och påföljande argumentation betonas på detta sätt, framhäver detta naturvetenskapens sociala karaktär, där etablerad kunskap har blivit dryftad och accepterad i en bred forskarmiljö. Naturvetenskaplig kunskap kan då

ses som ett resultat av en social förhandlingsprocess där konsensus har etablerats kring en tolkning framför andra. Sociala aktiviteter som dispyter, diskussioner och kontroverser mellan forskare, i syfte att uppnå konsensus, blir en essentiell del av naturvetenskapen. Argumentation genomsyrar då både skapande och efterföljande kritik av naturvetenskapliga kunskapspåståenden och kan betraktas som en kärna i den naturvetenskapliga verksamheten (Ford, 2008).

Denna förståelse av den naturvetenskapliga verksamheten kan bidra till en mer nyanserad bild som rustar bättre för mötet med kunskaper av olika karaktär och pålitlighet i sammanhang utanför skolan. Istället för att operera med grova kategoriseringar som sant och falskt, kan man i stället framhäva nyanser där kunskapspåståenden kan vara bättre eller svagare underbyggda med argument och där flera olika tolkningar kan vara aktuella (Kolstø, 2006). Samtidigt kan man undvika att överbetona den provisoriska och reviderbara karaktären hos etablerad naturvetenskaplig kunskap. För det som trots allt karaktäriserar och skiljer naturvetenskaplig kunskap från annan kunskapsproduktion är att den har producerat öar av allmänt accepterad och pålitlig kunskap (Millar, 2004).

Undersökande arbete i undervisningen

Framställningen ovan kan användas som en ram för att diskuskutera praktiskt arbete i ett naturvetenskapligt allmänbildningsperspektiv. Millar (2004) argumenterar för att laborativa aktiviteter som syftar till att främja allmänbildning måste utformas specifikt i enlighet med detta syfte. Dessa laborativa aktiviteter är då inte ett självändamål, men ett medel för att utveckla kunskaper relevanta för kritiskt tänkande. Det räcker dock inte att bara låta eleverna själva genomföra undersökningar. Det kräver explicita reflektioner över hur forskarna gör och varför de gör som de gör (Abd-El-Khalick et al., 2004; Knain, Bjønness & Kolstø, 2011). Om elever i tillägg ska koppla dessa kunskaper till sammanhang utanför skolan där de behövs för att t.ex. granska och bedöma information, finns det skäl att även införliva aktiviteterna i vardags- eller samhällskontexter. Kontexter där utfallet av undersökningar, tillsammans med eventuell annan information, behövs för att t.ex. motivera ställningstaganden, argumentera för en åsikt eller göra välgrundade val. Men ifall undersökande aktiviteter ska vara fruktbara i ett allmänbildningsperspektiv, måste de modellera aspekter av naturvetenskapliga verksamheter som är relevanta ur detta perspektiv. Aktiviteterna måste bidra till funktionella begreppsliga verktyg för att kritiskt hantera och bedöma information i vardags- och samhällsliv. För att uppnå detta måste undervisningen lyfta fler olika dimensioner av naturvetenskap som praktik.

Hur kan då aktiviteter formas som öppnar för explicita reflektioner som utvecklar förståelse för de kunskapsteorietiska normer och ramar som kännetecknar vetenskapliga praktiker? Kolstø (2010) föreslår att man skiljer mellan en ”laborativ nivå” och en ”social och institutionell nivå”. Traditionellt har undervisningen fokuserat på den enstaka forskaren och de fallgropar denne kan gå i. Fokuserar man även på den sociala nivån kan betoningen även ligga på kommunikationen som sker mellan forskare inom ett forskningsområde. Därmed kan naturvetenskap som argumenterande forskargemenskap betonas starkare. Denna distinktion bidrar till att fånga in viktiga aspekter både inom den laborativa och sociala nivån av forskningsprocessen, t.ex. den epistemologiska skillnaden mellan teori och verklighet som gör det legitimt att främja olika hypoteser; behovet av att använda data som stödjande belägg för en hypotes; experiment som en form av naturvetenskaplig argumentation; sociala sidor av naturvetenskapen som innebär att problematisera osäkerhet vid metodval, tolkningar av data och bevisföring i förhållande till slutsatser o.s.v. (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Kind, 2003; Kolstø, Bjønness, Klevenberg & Mestad, 2011). Elever behöver utrymme för att själva värdera tillvägagångssätt, insamling av data och slutsatser, samt se dessa i samband med varandra (Kind, 2003). Egna hypoteser måste få användas för att tolka observationer. Dessutom bör man låta dessa tolkningar bli försvarade genom att eleverna använder data som stödjande belägg för sina naturvetenskapliga påståenden. Skrivandet av experimentrapporter och presentationer av metod, resultat och slutsatser kan innebära att eleverna utmanas att argumentera för sina slutsatser inför varandra, samt att de får tillfälle att kritiskt granska varandras experimentrapporter eller presentationer. Då kan detta modellera hur forskarsamhället arbetar för att skapa konsensus.

För att uppnå detta behövs fler aktiviteter där syftet är att modellera vad som kännetecknar naturvetenskapliga praktiker. Aktiviteter som genom explicita reflektioner kan bidra till större förståelse för kunskapsteoretiska normer och ramar (jämför Knain, Bjønness & Kolstø, 2011). Laborativa aktiviteter måste då öppnas upp så eleverna kan delta på ett kompetent sätt. Det närliggande syftet blir då att låta eleverna genom undersökande aktiviteter skapa påståenden de kan underbygga med empiriska belägg och teori, och sedan argumentera för giltighet och tillförlitlighet av dessa. Det överordade syftet blir att på sikt skapa begreppsliga kunskaper om den vetenskapliga processen. Ska eleverna koppla dessa kunskaper till vardagssituationer är det en poäng att också koppla aktiviteterna till en vardags- eller samhällskontext. Utfallet kan användas för att underbygga val, motivera ställningstaganden, argumentera eller liknande. Detta sätter eleverna i en situation där pålitlighets- och giltighetsnivån av kunskap behöver värderas och tas i betraktning innan den används som underlag för ett val, ett beslut eller ett ställningstagande.

Undersökande arbete i svenska läroplanen och undervisningstraditionen

Under de sista åren har det skett två viktiga förändringar som påverkar naturämnesundervisningen i den svenska grundskolan. Den första är införandet av nationella prov våren 2009 för årskurs 9 i fysik, kemi och biologi. Dessa innehåller ett praktiskt delprov där eleverna får planera, genomföra och utvärdera en naturvetenskaplig undersökning. Den andra förändringen är införandet av en ny läroplan 2011, som mer explicit än tidigare lyfter fram undersökande aktiviteter. Elever ska i undervisningen ges möjlighet att ställa frågor ”*utifrån egna upplevelser och aktuella händelser*” och ges förutsättningar att *”söka svar på frågor med hjälp av både systematiska undersökningar och olika typer av källor”* (Skolverket, 2011 s. 111, 127, 144). I läroplanen betonas sedan att dessa aktiviteter ska bidra till att elever utvecklar ett kritiskt tänkande kring egna resultat, andras argument och olika informationskällor, samt bidra till förståelse för hur naturvetenskapliga arbetsmetoder kan användas för att pröva och värdera påståenden. De naturvetenskapliga arbetssätten och deras karaktärer framhävs även som ämnesinnehåll. Enligt bedömningskriterier är det elevers förmåga att ställa frågor, formulera planeringar, dra slutsatser och dokumentera som ska värderas och betygsättas.

I kontrast till läroplanstextens ambitioner om mer undersökandebaserad undervisning för kritiskt tänkande finns en rad studier av svensk laborativ undervisning som indikerar att läroplanen ligger långt ifrån lärarnas undervisningspraktik. När lärares syften med laborationspraktiken har undersökts dominerade mål förknippade med förståelse av traditionellt naturvetenskapligt innehåll, att skapa intresse och att utveckla praktiska färdigheter (Högström et al., 2006). Det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär är i ringa utsträckning ett ämnesinnehåll i svenska undervisningstraditionen (Gyllenpalm et al., 2010b; Hultén, 2008; Löfdahl, 1987). I stället dominerar laborationer med tydliga steg i instruktionen med syftet att exemplifiera och illustrera traditionellt naturvetenskapligt ämnesinnehåll (Högström et al., 2006; Hult, 2000; Löfdahl, 1987). I dessa aktiviteter får elever reproducera ”rätta svar” och producera labbrapporter med utgångspunkt i laborativa uppgifter som läraren har förelagt dem (Andrée, 2007; Gunnarsson, 2008). Slutsatsdragandet förväntas normalt ske induktivt (Andrée, 2007). Det finns dock en stark tradition av praktiskt arbete som på många sätt associeras med undersökande arbete. Gyllenpalm et al. (2010a) finner att termen *undersökande arbete* användes för allt ifrån kokbokslaborationer till öppna undersökningar där elever formulerar egna frågor och planerar. Det finns även en utbredd sammanblandning mellan naturvetenskapliga undersökningsmetoder som ämnesinnehåll kontra undersökande aktiviteter som en pedagogisk undervisningsmetod för att lära ut traditionellt naturvetenskapligt innehåll (Gyllenpalm et al., 2010b).

Sammantaget framträder ett glapp mellan den levda läroplanen som den kommer till uttryck i diverse studier och den formella läroplanen som den kommer till uttryck i styrdokument. Med tanke på att redan föregående läroplan hade stark betoning på det naturvetenskapliga arbetssättet (Skolverket, 2000), kan man fråga sig varför dessa kunskapsmål i ringa utsträckning fått genomslag i den befintliga undervisningstraditionen. En följdfråga blir vilka mekanismer som gör att många lärare trots

ändringar i läroplanen, inte införlivar dessa nya idéer i sin undervisning. Williams (1973) introducerar begreppet *selektiva traditioner* som en förklaring till hur nya impulser selektivt kan bli omformade och anpassade till befintliga traditioner (jämför Gyllenpalm et al., 2010a). Idéer, t.ex. inom en läroplan, som utmanar etablerade idéer kan omformas, exkluderas eller inkluderas selektivt. De kan därmed införlivas i den befintliga traditionen utan att något ändras i grunden. Samtidigt kan lärarna själva ha uppfattningen att de har en undervisning som är konsistent med läroplanen. Dessa mekanismer kan bidra till att konservera grundläggande idéer inom den befintliga undervisningstraditionen trots att dessa avviker från grundläggande idéer inom den rådande läroplanen.

Syfte och forskningsfråga

I svenska läroplanen för grundskolan (Lgr11) betonas å ena sidan undersökande undervisning, däribland laborativt undersökande arbete, i syftet att utveckla elevernas förutsättningar för ett kritiskt förhållningssätt. I den svenska laborationstraditionen betonas å andra sidan laborativt arbete i syfte att ge ökad förståelse och utveckla laborativa färdigheter. I mötet mellan läroplan och tradition aktualiseras därför frågor om den laborativa undervisningens syfte, innehåll och utformning. Syftet med denna artikel är att belysa hur en grupp lärare inom svensk undervisningstradition, utifrån de förutsättningar de fått, tillmötesgick förväntningar om att involvera elever i undersökande arbete. Forskningsfrågan är:

> *På grundval av gruppreflektioner, hur framträder lärarnas tillvägagångssätt för att bemöta externa förväntningar på undersökande arbete?*

Metod

Kontext

Utgångspunkt för datainsamlingen var en lärarfortbildning arrangerad inom ramen för ett EU-projekt (PROFILES-projektet) initierat för att främja kontext- och undersökandebaserad undervisning. Fortbildningen genomfördes i en mindre kommun med tre högstadieskolor och sju mellanstadieskolor. Rekryteringen gick genom rektorer och var riktat till lärare verksamma inom mellan- och högstadieskolor. Fortbildningen skedde under reglerad arbetstid, men huvudsakligen utanför undervisningstid. Lärarna deltog inom ett skolår på tillsammans sex olika sammankomster fördelat på totalt tjugofyra timmar. Träffarna genomfördes med en till två månaders mellanrum. Deltagandet var frivilligt. Totalt tjugofem mellan- och högstadielärare deltog. Av dessa tjugofem var tolv av lärare verksamma inom grundskolans senare del. Detta utgjorde kommunens samtliga NO-lärare i grundskolans senare del. Vid kursstart hade lärarna arbetat enligt aktuella läroplanen (Lgr11) i ett års tid och nationella prov hade genomförts fyra gånger. Inom fortbildningen betonades syften, innehåll och bedömningskriterier i läroplanen med särskild betoning på laborativa naturvetenskapliga undersökningar.

Under träff två, tre och fyra fick lärarna reflektera i grupper över hur de i dagsläget genomförde undersökande aktiviteter. Mellan träffarna hade lärarna fått genomföra och dokumentera egna undersökande aktiviteter. Det fanns stor frihet för lärarna att själva tolka innebörd och utforma aktiviteterna. De reflekterade sedan i grupper över dessa aktiviteter enligt en mall med fyra kolumner: vad vill jag att eleverna ska lära sig; beskrivning av aktivitet; hur tar jag reda på vad de lärt sig, samt egna reflektioner. Lärarnas reflektioner omkring syfte, innehåll och utformning blev då förankrade och situerade i den egna klassrumspraktiken. Lärarna uppmanades att skriftligt dokumentera dessa aktiviteter enligt mallen för att ha detta som underlag vid reflektioner. När lärarna redovisat och reflekterat över de individuella aktiviteterna skulle de reflektera tillsammans över det sagda.

Datainsamling och analys

Deltagarna i studien var tolv högstadielärare verksamma inom en och samma kommun. Därmed representerade urvalet hela spektrumet av lärare inom ett och samma skolområde, oberoende av bak-

grund (ålder, kön, antal verksamma år o.s.v.), motivation och förutsättningar. Detta innebar en bredd i empirin som ansågs viktig för att ge en så heltäckande bild som möjligt av den pågående praktiken. Gruppreflektioner genomfördes på plats och spelades in under andra, tredje och fjärde träffen Totalt har åtta olika gruppsammansättningar spelats in. Reflektionerna varade från 35 till 45 minuter och skedde i grupper om tre till fem deltagare. De genomfördes utan forskare närvarande. Gruppens instruktioner var att i tur och ordning presentera aktiviteter, för att sedan i gruppen reflektera över dessa.

Inspelade reflektioner transkriberades. I ett första steg identifierades alla undersökande aktiviteter i lärarnas reflektioner. Därefter blev dessa avsnitt återlästa upprepade gånger för att identifiera gemensamma eller skiljande karaktäristiker med tanke på frågeställningsfas, planeringsfas, genomförandefas, resultat-/slutsatsfas, diskussionsfas och dokumentationsfas/presentationsfas. Särskild betoning låg på form för och grad av öppenhet i de olika faserna. Detta jämfördes mot hur undersökande aktiviteter genomförs på nationella prov och hur styrda laborationer traditionellt är uppbyggda. Med detta som utgångspunkt skedde en induktiv kategorisering av aktiviteterna. Citat i resultatsektionen används för att illustrera tendenser som finns i datamaterialet. För att styrka resultat och slutsatser har en medforskare granskat transkriptioner mot beskrivningar och slutsatser i resultatdelen och kan gå i god för de kategorier som skapats och de slutsatser som dragits utifrån det som framkommer i datamaterialet (Abell & Smith, 1994). Det görs inga anspråk på generalisering av resultat och slutsatser, i stället betonas att det som framkommer kan vara överförbart till andra sammanhang och därmed fruktbart och intressant ur den aspekten.

Resultat

Lärarnas strävan att tillmötesgå läroplan och nationella prov

Under gruppreflektionerna framträdde laborativa undersökningar som något som lärarna eftersträvade. De försökte tillmötesgå denna efterfrågan av undersökningar i styrdokumenten i enlighet med hur de tolkade sådana aktiviteter från läroplanstext och genom nationella prov, Läroplan och nationella prov blev därför riktningsgivande för hur lärarna tänkte omkring laborativa aktiviteter. En lärare uttryckte exempelvis: "*Fast det blir ju mer rätt att göra så som du gjort nu. Nu förbereder du inför nationellt prov!*", för att betona att öppna laborativa aktiviteter var mer "rätt" än styrda laborationer, med referens till hur laborativa undersökningar genomförs på de nationella proven. En annan hänvisade till betygsnivåer för att värdera vad som var viktigt: "*Det ser man på nationella proven, för de höga betygsnivåerna. Det sa jag till barnen när vi gick igenom rapportskrivningen, att ni måste fundera på felkällor*." Men samtidigt som undersökande aktiviteter framträdde som eftersträvansvärda, gav lärare återkommande gånger uttryck för svårigheter att få tillgång till relevanta aktiviteter. De var i stor grad utlämnade till sig själva att hitta eller skapa aktiviteter. Nedan beskrivs de två tillvägagångssätt som framträdde i lärarnas reflektioner för att tillhandahålla undersökande aktiviteter för den egna undervisningen.

Hybridisering – att öppna upp befintliga laborationer

Stävan att tillmötesgå läroplan och de nationella proven medförde att flera lärare hade börjat öppnat upp befintliga styrda laborationer och genomförde dessa som om det vore en naturvetenskaplig undersökning. Detta var ett sätt för lärarna att bemöta efterfrågan efter aktiviteter som involverade eleverna i naturvetenskapliga undersökningar. En lärare uttalar att: "*Det man gör nu är att se på en befintlig labb och försöka konstruera en frågeställning så att eleverna kan skriva själva utförandet*". I citatet nedan ges ett exempel på hur en lärare hade öppnat upp en traditionellt styrd laboration i syftet att tillmötesgå läroplanen. Laborationen handlade om elektrolys av kopparklorid.

> *Pass ett var en genomgång av vad en laborationsrapport är, samt vilka delar som ska ingå i en sådan. Så jag hade en liten mall för vad som ska stå under varje rubrik. Och de skulle planera en laboration och skriva ned vilket material de behövde och utförande. Pass två var genomförande*

av laborationen och det var elektrolys av kopparklorid, samt att de fick fortsätta att skriva iakttagelser och slutsats till laborationen. Och de fick även använda internet, plus en gammal laborationsinstruktion i arbetet med rapporten. Det fanns egentligen en färdig instruktion, en som man fyller i, men de skulle göra om den, så att de skulle skriva hela utförandet. Först fick de tänka till. Det här är ju en väldig styrd laboration egentligen, men det är svårt att köra en kemilaboration ostyrd när de ska göra ett speciellt utförande. Och sen fick de skriva ned vilka risker de finns med de här kemikalierna. Det fick de söka rätt på och att det inte var bara kopparklorid, men koppar2klorid. Det de skulle lära sig det var ju att planera, genomföra och utvärdera en naturvetenskaplig undersökning. Och dokumentera en laborationsrapport, och då var det här med att identifiera felkällor, och ja, egentligen dra kopplingar till verkligheten.

Läraren hade öppnat upp och omformulerat en traditionell styrd laboration så att eleverna i största möjliga utsträckning skulle tillåtas delta genom att planera, genomföra och utvärdera laborationen. Aktiviteten hade dock ett givet utfall som inte gav något utrymme för variation i resultat och slutsats förutom rätt och fel. I citatet framgår det att eleverna under planeringen hade tillgång till en gammal instruktion, men skulle omforma denna för att beskriva utförandet med egna ord. Efteråt skulle aktiviteten utvärderas med betoning på att identifiera felkällor. Eleverna skulle dokumentera genom en laborationsrapport. Laborationsrapporten var central då aktiviteten både introducerades och sedan bedömdes med utgångspunkt i denna (något som framkom senare i gruppreflektionen).

Ett annat exempel på hur traditionellt styrda laborationsaktiviteter öppnades upp var en laboration där elever själva, i stället för att få färdiga instruktioner, fick i uppgift att formulera ”hypoteser” om basers egenskaper och sedan planera hur de skulle gå till väga för att ta reda på detta.

De skulle planera hur de skulle ta reda på olika egenskaper hos baser. Jag har ju skrivit att: om de funderar på vad de ska göra, att om man ser att de sitter och diskuterar kring vad som kan vara riskfyllt och vad som kan undersökas och hur och så, då måste ju det vara belägg på att de lär sig? Sen gjorde de den här undersökningen och prövade hypotesen som de hade ställt i planeringsdelen, genom praktisk systematisk undersökning.

I stället för att låta eleverna följa färdiga instruktioner skulle eleverna själva göra förutsägelser, diskutera vad de ville ta reda på och göra en planering utifrån detta. Även denna aktivitet hade på förhand givna svar som eleverna skulle komma fram till genom att göra en undersökning.

I ett tredje exempel använde en lärare Trommers prov som en undersökande aktivitet. Läraren utelämnade information så att eleverna inte visste vad de skulle komma fram till. Därmed blev utfallet något okänt som eleverna skulle ta reda på genom att undersöka.

Jag menar, i det läget har jag inte givit dom några som helst förutsättningar förutom blandningarna och sen: gör så här. Men sen så gäller det ju att dra några slutsatser utifrån detta. Vad hände och vad är det som kan ha hänt, och då gäller det ju att jämföra med de olika sockerarterna. Så själva slutsatsdragande var något de fick klura på själv. Och det kom de ju fram till vad det måste bero på att de blir olika i de olika provrören. De insåg vad det var. Där fick jag ju belägg för att de fattade vad det var de hade undersökt. Sedan var det en grupp som antagligen hade förorenat det ena med det andra, som fick konstiga resultat. Då kunde man ju föra en diskussion om felkällor utifrån det.

I denna laboration liksom i de två föregående exemplen var resultatet redan givet från början. Felkällor användes i betydelsen av att ett ”givet” resultat blev konstigt och därmed något som skulle bortförklaras. Slutsatsen handlade om att komma fram till det rätta svaret: att Tommers prov kunde användas för att påvisa vissa sockerarter. Frihetsgraden i utförande var så att säga icke-existerande. Det var en traditionell laboration som läraren försökte använda i syftet att involvera eleverna un-

dersökningar. Detta exemplet tillsammans med de andra visar på hur lärare genom sina tolkningar av undersökande arbete kunde anpassa och omforma det de redan hade till något ”nytt” för att bemöta ändrade krav till undervisningen.

Imitation – att imitera nationella prov

Det fanns även ett annat återkommande mönster i hur lärarna tillmötesgick läroplanens och nationella provens fokus på naturvetenskapliga undersökningar. Flera lärare beskrev helt eller delvis tillvägagångssätt som korresponderade med det tillvägagångssätt som användes för att bedöma elevers kunskaper i och om naturvetenskapliga undersökningar i de nationella proven. I dessa prov tilldelas eleverna individuellt en undersökningsfråga som de sedan får göra en planering till. Ifall planeringen är möjlig att genomföra tillåts eleven att göra detta, i annat fall får de en färdig planering. Efter genomförandet får de göra en utvärdering och ange möjliga sätt att förbättra undersökningen genom att eliminera felkällor och/eller förfina undersökningen.

Det fanns fler exempel där eleverna tilldelades en färdig undersökningsfråga som de sedan fick i uppgift at göra en planering till och sedan genomföra. På likande sätt som under nationella proven fick eleverna tilldelade färdig undersökningsfråga.

> *Min första uppgift var att de fick en undersökningsfråga. Så skulle de planera två och två hur de skulle gå till väga. Och det som var svårt var att vissa måste ju styras mer än andra. Vissa kom på det ganska snabbt och andra hade jättesvårt. Och de som hade det svårt, de gav jag en materiallista och det var många som kom vidare då faktiskt.*

I exemplet ovan får de sitta två och två och planera genom att ”komma på” ett tillvägagångssätt som ger svar på frågan. I exemplet nedan hade läraren själv konstruerat en undersökningsfråga för att involvera eleverna i en undersökning.

> *Mina elever fick göra en undersökning. Jag kommit på den själv. Frågan var vad som händer när man värmer is. De fick först göra en hypotes innan de började planera. Alla förutsåg* förstås *att isen kom att smälta, men ingen kom på att den tillslut skulle börja koka. Där fick de lära sig att det är viktig att tänka sig noga efter innan man gör en hypotes.*

I detta exempel fick eleverna göra en undersökning där de redan visste vad som kom att hända. När de inte förutsåg att vattnet kom att börja koka var det nog inte för att de inte visste, men för att det inte var självklart hur länge vattnet skulle värmas upp. Det framkom senare att lärarens syfte med aktiviteten var att lära eleverna något om molekylteorin genom att de i laborationsrapporten behövde förklara varför isen smälte och sedan började koka.

Det fanns inga exempel där elever fick formulera egna undersökningsfrågor utifrån en övergripande forskningsfråga eller problemsituation. Frågan blev i samtliga fall tilldelad eleverna. Detta tycktes vara en naturlig utgångspunkt för lärarna och fler efterfrågade tillgång till färdiga frågor som eleverna själva kunde planera och genomföra, som i exemplet nedan.

> *Jag skulle önska att det fanns en bank med mer öppna laborationer. Det är svårt att vara lite påhittig själv jämt. Man skulle kunna haft en bank som hade: ”Undersöka det här och det här och det här!” Och sedan dukat ett bord med material, där de fick diskutera lite mer hur de skulle göra sin undersökning. Inte bara ställa fram material de ska använda. Men det är svårt att tillhandahålla det, så att det är tillgängligt också, tycker jag.*

I citatet framträder undersökningar som uppgifter som kan samlas i en bank. Syftet med detta är att träna eleverna på att planera och utvärdera självständigt på liknande sätt som under de nationella

proven. Lärarna reflekterade inte över hur dessa undersökningar skulle kunna bli meningsfulla att genomföra för eleverna och i vilket syfte de skulle genomföras. I alla exempel där lärare kommenterade organiseringen av de undersökande aktiviteterna arbetade eleverna antingen ensamma, som på de nationella proven, eller i grupper om två i planeringsfas, genomförande och/eller utvärdering. Aktiviteterna rymdes inom ramen för ett, ibland två, lektionspass. Det finns inga exempel på reflektioner över aktiviteter där elever sinsemellan presenterar och diskuterar undersökningsmetod, resultat eller slutsatser, eller får granska varandras undersökningar och i någon mening försvara sin metod, resultat och slutsatser. Aktiviteterna framträdde som avgränsade och något som skulle planeras, genomföras och utvärderas så självständigt som möjligt inom ramen för ett till två pass. I citatet nedan finns ett mer detaljerat exempel på hur en lärare beskrev tillvägagångssättet för genomförandet av undersökningar i undervisningen.

> *De skulle planera, genomföra laboration, samt skriva labbrapport, med felkällor, slutsats o.s.v., och med vilken ljudstyrka deras mobil/dator har i hörlurarar. Och uteffekten ska vara 50 %, 75 % eller 100 % och "Är det skadligt?". Syftet är ju då att de ska både få planera, genomföra och utvärdera en vetenskaplig undersökning, och lära sig lite om ljudhälsa. Min egen reflektion om det här: många elever är mycket dåliga på att dra egna slutsatser. De ska kunna dra slutsatser efter sitt resultat. Några kunde, några kunde inte alls se vilka slutsatser som kunde dras. Även om det var jättetydligt, för i förtexten stod det lite sådana rekommendationer från WHO om vad man kunde lyssna på för ljudstyrka. Och de fick ju att på 50 % var det under den rekommenderade nivån, på 100 % så var det ju över.*

Likt de andra exemplen ovan och tillvägagångssättet på nationella proven blev eleverna tilldelade en färdig undersökningsfråga och skulle sedan planera utförandet självständigt. Syftet läraren formulerade var att "*de ska både få planera, genomföra och utvärdera en vetenskaplig undersökning, och lära sig lite om ljudhälsa*". I citatet framhävs undersökningen som en aktivitet som eleverna skulle få *göra*, medan ljudhälsa lyfts fram som *innehåll*. I datamaterialet är det genomgående att lärarna betonade *att* eleverna skulle göra en undersökning, men inte vad eleverna skulle lära sig *om* naturvetenskapliga undersökningar. I citatet ovan skulle eleverna även dra slutsatser om ljudnivån var skadlig eller ej utifrån sina egna resultat. Detta samsvarar med hur elever på nationella proven ska komma fram till en slutsats baserade på det egna resultatet från en enstaka naturvetenskaplig undersökning. Det finns inga exempel på elever som involveras i gemensamma diskussioner och redovisningar av undersökningar, resultat och slutsatser och på grund av detta argumenterar för olika möjliga naturvetenskapliga påståenden. När lärarnas reflektioner rör elevers utvärderingar av undersökningar låg fokus på de individuella eleverna och deras förmåga att hitta felkällor. Vid flera tillfällen hänvisade lärarna till nationella prov som ett incitament för att betona felkällor. Nedan finns ett exempel på en lärare som låter eleverna göra en undersökning av metallers ledningsförmåga.

> *Många sa: jag vet ju redan vad det blir, men jag sa: Men gör det då, så skriver du vad du fick för resultat, så ser vi vad du fick. Även om du vet att koppar leder bäst så skriv vad du kom fram till.*

Även om många av eleverna enligt läraren visste vad slutsatsen skulle bli, tvingades de genomföra undersökningen. Syftet, visade det sig senare, var att eleverna skulle få olika resultat och därmed bli motiverade att hitta felkällorna som kunde orsaka detta. Detta kan relateras till det tidigare citerade uttalandet där en lärare betonar betydelsen av att fundera över felkällor med hänvisningar till att detta betonades för de höga betygsnivåerna på nationella proven. Detta tillsammans med de andra exemplen ovan visar att nationella proven i stark grad påverkade lärarnas sätt att tänka kring och genomföra undersökande aktiviteter Imitering av nationella provens bedömningsaktivitet blir ett sätt att tillmötesgå läroplanens efterfrågan efter undersökande aktiviteter.

Diskussion

Lärarna uttrycker en strävan mot att tillmötesgå nationella prov när de beskriver sina undersökande aktiviteter. Det finns till och med en tendens bland lärarna att lyfta fram detta som det överordnade syftet med att genomföra undersökande aktiviteter i undervisningen; de önskar att förbereda sina elever inför nationella proven. Detta är föga överraskande då nationella prov är något som används för att bedöma elevernas kunskaper, liksom i vilken grad undervisningen stämmer överens med läroplanen. Samtidigt finns det ett problem för lärarna att uppfylla denna önskan: brist på aktiviteter. Lärarna verkar inte ha någon naturlig källa, förutom de nationella proven, där de kan få tag i relevanta aktiviteter. Något av förklaringen till detta ligger i att de är del av en tradition där andra syften har dominerat den laborativa undervisningen (Högström et al., 2006; Löfdahl, 1987). I brist på annat blir det en rimlig strategi att anpassa det man redan har till det nya eller anpassa det nya till det man redan har (Williams, 1973). När nationella prov dessutom tycks vara den primära källan för lärarnas förståelse av innebörden av undersökande aktiviteter uppstår ytterligare ett dilemma. Undersökande aktiviteter på nationella proven är gjorda för bedömning och därmed präglade av detta. Det finns då skäl att ifrågasätta om detta är den bästa källan för att tänka kring genomförandet av undersökande aktiviteter. Ifall syftet ska vara att utveckla funktionella kunskaper för kritiskt tänkande, så kanske inte detta tillvägagångssätt är det mest gynnsamma i ett naturvetenskapligt allmänbildningsperspektiv. För att diskutera detta vidare måste lärarnas tillvägagångssätt problematiseras.

Hybridisering är ett tillvägagångssätt där lärarna tillmötesgår bristen på relevanta undersökande aktiviteter genom att öppna upp och anpassa befintliga laborativa aktiviteter. Dessa laborationer är del av en lång laborationstradition där andra syften har dominerat. I denna tradition har mål förknippade med förståelse av naturvetenskapligt innehåll, skapa intresse samt utveckla praktiska laborativa färdigheter betonats, medan det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär i ringa utsträckning har varit ett ämnesinnehåll i sig (Högström et al., 2006). När traditionella laborationer öppnades upp för att låta elever planera, genomföra och utvärdera fick aktiviteterna en hybridartad karaktär. Betoningen låg på att låta elever själva få planera, genomföra och utvärdera, men utan motsvarande betoning på att modellera aspekter av naturvetenskapliga praktiker. Det finns likheter med hur Gyllenpalm (2010a) fann att lärare betonade det öppna och att elever får arbeta självständigt, istället för att ha fokus på olika aspekter av det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär som lärandemål. Detta kan sättas i samband med hur undersökningar som innehåll i motsats till en generell pedagogisk undervisningsmetod har en tendens flyta ihop (Gyllenpalm et al., 2010b). I svensk undervisningstradition har laborationer som undervisningsmetod dominerat över laborationer som ska ge elever specifika kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt (Hult, 2000; Lager-Nyqvist, 2003; Löfdahl, 1987). Laborationer har kommit att symbolisera naturvetenskap snarare än att modellera den (Kaiserfeld, 1999). Det finns också en inneboende spänning mellan att involvera elever i undersökande aktiviteter och faktumet att läraren önskar undervisa ett fastlagt innehåll (Millar, 2004). Är allt givet och elever vet detta, blir strävan att reproducera rätta observationer och slutsatser (Andrée, 2007). Andra resultat bortförklaras genom felkällor. Laborativa aktiviteter med syftet att lära ut ett fastlagt innehåll, kan därför bli problematiska att tillämpa i ett helt annat syfte. Är syftet att använda beskriven teori för att förklara ett resultat, kanske det är bättre att vara tydlig med detta ovanför eleverna och genomföra aktiviteten i enlighet med detta (Kolstø, 2007). Ifall syftet är att lära om naturvetenskap som process, kanske det är bättre att vara tydlig och forma aktiviteten i enlighet med detta syfte (Millar, 2004).

Imitation är ett tillvägagångssätt där lärarna tillmötesgår bristen på relevanta undersökande aktiviteter genom att skapa en frågeställning som eleverna får planera, genomföra och utvärdera självständigt enligt den mall som följs på nationella prov. Detta kan resultera i att eleverna får hitta svar på frågor de aldrig har frågat, om företeelser de aldrig har undrat över (Thompson & Zeuli, 1999). När dessa frågor delas ut som en uppgift eleverna ska lösa på en given tid och sedan måste dokumentera genom en laborationsrapport, kan aktiviteterna riskerar få mer karaktär av att ”göra skola” än att

”göra naturvetenskap” (Jimenez-Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000). I aktiviteterna förefaller eleverna aldrig involveras i någon kontext som gör undersökingen meningsfull utöver att genomföra en undersökning och dokumentera denna i en laborationsrapport. När lärarna reflekterar över sin undersökande undervisning betonar de vad eleverna ska *göra*, men i liten grad vad eleverna ska *lära* sig. Detta framträdde genom hur lärarna uttryckte lärandeintentioner som aktiviteter: planera, genomföra och utvärdera, utan att någon gång klargöra vilket kunnande detta innebar. De låter eleverna planera, genomföra och utvärdera undersökningar och detta kan förefalla vara själva ändamålet. Detta kan sättas i samband med hur Gyllenpalm (2010a) påvisade att lärare hade svårt att artikulera innebörden av undersökande arbete.

Forskning, enligt tillvägagångssättet ovan, framträder som en stegvis linjär process där man följer givna steg: undersökningsfråga, planering, genomförande och utvärdering. I stället för att vara en form av kreativ problemlösningsprocess för att formulera och skapa kunskapspåståenden med stöd i data och konsistent med etablerad kunskap, framställs forskning som en process som leder mot givna sanningar (Windschitl, Thompson, & Braaten, 2008). Detta för tankarna till en naiv induktivistisk syn där kunskap kan upptäckas bara man gör systematiska och noggranna observationer, en vanlig förekommande föreställning bland allmänheten (Windschitl, 2004). När elever får genomföra undersökande aktiviteter där betoningen är på att bekräfta etablerad kunskap (established consensual science) kan detta ge en sned bild av den argumentativa kunskapsskapande process som på sikt bidrar till att skapa konsensus om kunskap (Bauer, 1994; Latour, 1987). Elever involveras inte i aktiviteter som modellerar den process som på sikt leder från tentativ till etablerad kunskap (tentativ science-in-the-making) där kunskapspåståenden med liten grad av säkerhet ingår i en argumentativ process (jämför Ziman, 1968). En annan konsekvens är att naturvetenskap framställs som ett individuellt snarare än ett kollektivt kunskapsbyggande. Elever får inte presentera sina resultat och slutsatser för varandra och därefter tillsammans bidra till att dra slutsatser mot bakgrund av tillgänglig data och teori. De får heller inte granska varandras undersökningar och i någon mening försvara sina metoder, resultat och slutsatser. Detta är centrala aspekter ifall undervisningen ska modellera den naturvetenskapliga processen (Driver et al., 1996; Kolstø, 2010). När eleverna endast på grundval av sina egna undersökningsresultat får dra slutsatser får de inte kunskaper om den konsensusbildande process som är så viktig i vetenskaplig kunskapsproduktion (Bauer, 1994; Ziman, 1968). Naturvetenskapens argumentativa natur, en viktig aspekt för att t.ex. förstå innebörden i naturvetenskapliga kontroverser och det ständiga flödet av motstridiga studier som presenteras i media, riskerar att inte problematiseras i undervisningen (Kolstø, 2006). En förenklad och endimensionell bild av naturvetenskapliga praktiker framträder som rustar dåligt för ett funktionellt kritiskt tänkande i mötet med kunskapsflödet i ett modernt samhälle (Bingle & Gaskell, 1994). Det finns därför risk för att undervisningen, så som den framträdde genom undersökande aktiviteter i denna studie, inte bidrar till ett funktionellt kritiskt tänkande i ett allmänbildningsperspektiv (jämför Kolstø, 2001).

Implikationer

Ifall undersökande aktiviteter ska bidra till ett funktionellt kritiskt tänkande i vardags- och samhällsliv, behöver undersökande aktiviteter utformas för att lyfta fram specifika kunskaper relevanta för detta syfte. Laborativa aktiviteter som syftar på att illustrera teori behöver separeras från laborativa aktiviteter som syftar på att ge kunskaper om naturvetenskap som verksamhet (Hodson, 1996; Kolstø, 2007; Millar, 2004). Det kan då bli större överenstämmelse mellan aktiviteters syfte, innehåll och utformning. Detta verkade i hög grad saknas i denna studie. Tillsammans med specifika lärandemål måste även explicita reflektioner betonas för att transformera handlandet till begreppslig kunskap (Abd-El-Khalick et al., 2004; Millar, 2004).

Aktiviteter som syftar på att modellera aspekter av pågående forskning kan behöva mer tidsutrymme än 1–2 lektioner. Kolstø (2010) föreslår att skilje mellan en ”laborativ” och en ”social och institutionell” nivå och möjliggör därmed att lyfta in fler aspekter som t.ex. publicering, kollegial granskning,

debatt, kontroverser och argumentation. Detta är viktiga aspekter för att förstå forskningsfronten och dess tentativa kunskapsprodukter. Men för att modellera dessa dimensioner krävs aktiviteter där man går djupare in på dessa aspekter av naturvetenskapliga verksamheter.

De undersökande aktiviteterna i studien hade stark karaktär av att vara skoluppgifter som eleverna skulle lösa utan någon meningsfullt syfte. Dessa blev därför lösryckta aktiviteter där kunskapspåståenden inte ingick i någon kontext som kräver kritiskt tänkande. Ett konkret sätt att få till detta är att ta utgångspunkt i meningsfulla kontexter (t.ex. samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll) som utgångspunkt för laborativ undersökande undervisning (Knain, Bjønness & Kolstø, 2011). Elevernas undersökningar kan då bidra med kunskapspåståenden för att hantera problem eller göra informerade ställningstaganden. Denna inramning skapar situationer där ett kritiskt förhållningssätt till kunskap och användning av kunskap är relevant, vilket kan bidra till funktionella kunskaper och funktionell förståelse för kritiskt tänkande i ett allmänbildningsperspektiv.

Tack

Vi vill tacka europeiska unionen för finansiering av PROFILES-projektet (FP7-266589).

Referenser

Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education, 88*(3), 397-419.

Abell, S., & Smith, D. (1994). What is science?: Preservice elemantary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education, 16*(4), 475-487.

Andrée, M. (2007). *Den levda läroplanen: En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan*. Doktorsavhandling, Stockholm: LHS Förlag.

Bauer, H. H. (1994). *Scientific literacy and the myth of the scientific method*. Urbana: University of Illinois Press.

Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decision-making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education, 78*(2), 185-201.

DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education: Implications for practice*. New York: Teachers College Press.

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.

Ford, M. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education, 92*(3), 404-423.

Gunnarsson, G. (2008). *Den laborativa klassrumsverksamhetens interaktioner*. Doktorsavhandling, Linköping: Linköpings universitet.

Gyllenpalm, J., Wickman, P. O., & Holmgren, S. O. (2010a). Secondary science teachers' selective traditions and examples of inquiry-oriented approaches. *NorDiNa, 6*(1), 44-60.

Gyllenpalm, J., Wickman, P. O., & Holmgren, S. O. (2010b). Teachers' language on scientific inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education, 32*(9), 1151-1172.

Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies, 28*(2), 115-135.

Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2006). Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. *NorDiNa, 2*(5), 54-66.

Hult, H. (2000). *Laborationen–myt och verklighet. en kunskapsöversikt över laborationer inom teknisk och naturvetenskaplig utbildning*. Linköping: Linköpings universitet.

Hultén, M. (2008). *Naturens kanon: Formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842–2007*. Doktorsavhandling, Stockholm: Stockholms universitet.

Jenkins, E. W. (1996). The 'nature of science' as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies, 28*(2), 137-150.

Jimenez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). " Doing the lesson" or" doing science": Argument in high school genetics. *Science Education, 84*(6), 757-792.

Kaiserfeld, T. (1999). Laboratoriets didaktik: Fysiken på läroverken i början av 1900-talet. I S. Widman (Red.), *Vetenskapsbärarna* (s. 188-231). Hedemora: Gidlund.

Kind, P. M. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskaplig allmenndannelse. I D. Jorde, & B. Bungum (Red.), *Naturfagdidaktikk: Perspektiver, forskning, utvikling* (s. 226-244). Oslo: Gyldendal akademisk.

Knain, E., Bjønness, B. & Kolstø, S.D. (2011). Rammer och støttestrukturer i utforskende arbeitsmåter. I Knain, E., & Kolstø, S. D. (Red.), *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget

Kolstø, Bjønness, Klevenberg & Mestad. (2011). Vurdering ved bruk av utforskende arbeidsmåter. I Knain, E., & Kolstø, S. D. (Red.), *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget

Kolstø, S. D. (2007). *Lab-Reports as a Base for Learning through Writing in Scientific Genres – from an Empirical Perspective*. Paper presenterat vid ESERA-konferensen i Malmö, Sverige.

Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education, 85*(3), 291-310.

Kolstø, S. D. (2006). Et allmenndannende naturfag: Fagets betydning for demokratisk deltakelse. *NorDiNa, 2*(3), 82-99.

Kolstø, S. D. (2010). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education, 22*(6), 645-664.

Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.

Lager-Nyqvist, L. (2003). *Att göra det man kan - en longitudinell studie av hur sju lärarstudenter utvecklar sin undervisning och formar sin lärarroll i naturvetenskap*. Doktorsavhandling, Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Latour, B., & Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton: Princeton University Press.

Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes: Open University Press.

Löfdahl, S. E. (1987). *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola: Kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel*. Doktorsavhandling, Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.

Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. Washington: University of York, National Academy of Science.

Quine, W. V. (2010). Två av empirismens dogmer. I K. Marc-Wogau (Red.), *Filosofin genom tiderna: 1900-talet: Före 1950* (x. 481-501). Stockholm: Thales.

Ryder, J. (2002). School science education for citizenship: Strategies for teaching about the epistemology of science. *Journal of Curriculum Studies, 34*(6), 637-658.

Skolverket. (2000). *Grundskolan - kursplaner och betygskriterier 2000*. Stockholm: Skolverket.

Skolverket. (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011, Lgr11*. Stockholm: Skolverket.

Thompson, C. L., & Zeuli, J. S. (1999). The frame and the tapestry. I L. Darling-Hammond, & G. Sykes (Red.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (s. 341-375). San Francisco: Jossey-Bass.

Williams, R. (1973). Base and superstructure in marxist cultural theory. *New Left Review, 82*, 3-16.

Windschitl, M. (2004). Folk theories of "inquiry:" How pre-service teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(5), 481-512.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education, 92*(5), 941-967.

Ziman, J. (1968). *Public knowledge: An essay concerning the social dimension of science*. Cambridge: Cambridge University Press.