



Undersökande arbete i en laborativ tradition

Från implicita till explicita syften med praktiskt arbete i grundskolans senare del

Torodd Lunde

Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap

Kemi

DOKTORSAVHANDLING | Karlstad University Studies | 2020:26

Undersökande arbete i en laborativ tradition

Från implicita till explicita syften med praktiskt arbete i grundskolans senare del

Torodd Lunde

Undersökande arbete i en laborativ tradition - Från implicita till explicita syften med praktiskt arbete i grundskolans senare del

Torodd Lunde

DOKTORSAVHANDLING

Karlstad University Studies | 2020:26

urn:nbn:se:kau:diva-80008

ISSN 1403-8099

ISBN 978-91-7867-141-0 (tryck)

ISBN 978-91-7867-146-5 (pdf)

© Författaren

Distribution:
Karlstads universitet
Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap
Institutionen för ingenjers- och kemivetenskaper
SE-651 88 Karlstad
+46 54 700 10 00

Tryck: Universitetstryckeriet, Karlstad 2020

WWW.KAU.SE

Sammanfattning

Det övergripande syftet med denna avhandling är att bidra med ökade kunskaper om vad som äger rum när idéer från NV-didaktisk forskningslitteratur introduceras i en undervisningstradition där andra syften och idéer dominerat under lång tid och hur gap mellan dessa kan överbryggas. Avhandlingen består av tre delstudier. I första delstudien analyseras hur undersökande arbete som det skrivs fram i styrdokumentet har tolkats av lärare. Tolv lärare spelades in under gruppreflektioner kring undersökande arbete. Studien indikerar att lärarna tolkade undersökande arbete selektivt utifrån premisser som kännetecknar den laborativa undervisningstraditionen de verkar inom. I andra delstudien undersöks tillvägagångssätt för att undvika att idéer i lärarfortbildningar omedvetet tolkas selektivt. En fortbildning designades där underliggande antaganden i den laborativa undervisningstraditionen synliggjordes med hjälp av tre didaktiska modeller. I studien används data från gruppreflektioner, gruppintervju, presentationer och skriftlig dokumentation. Resultatet visar att fler lärare efterhand blir medvetna om värdet att rikta in sig på specifika syften förknippade med undersökande arbete och att utforma aktiviteterna i enlighet med dessa. Studien indikerar att selektiva traditioner är en viktig variabel i lärarfortbildningar. I sista delstudien problematiseras gapet som finns i synen på undersökande arbete i NV-didaktisk litteratur jämfört med undervisningstraditionen. I delstudien presenteras en didaktisk modell i form av en begreppsapparat för undersökande arbete, vilken bygger på kritisk realism som vetenskapsteoretiskt fundament. Argument ges för hur denna begreppsapparat kan bidra till att överbrygga skillnaden mellan undervisningstraditionen där produktion av fenomen betonas, och NV-didaktisk litteratur där tonvikten läggs på kunskaper om naturvetenskaplig kunskapsproduktion.

Tack

Jag vill med detta tacka en rad personer som gjort det möjligt att fullföra detta avhandlingsarbete. Jag vill börja med att tacka alla handledare jag haft under tiden som doktorand. Tack Shu-Nu Chang Rundgren för den tiden du var min huvudhandledare. Alltid positiv, energisk och mån om mitt bästa. Tack även till min bihandledare Michal Drechsler som varit med mig under hela resan och alltid tagit sig tid till diskussioner och samtal om smått och stort. Tack till Niklas Gericke som varit huvudhandledare under sista hälften av min doktorandtid. Tack för tålamod, lugn och stöd samt kloka råd och tankar till mitt avhandlingsarbete. Jag vill även passa på att tacka Carl-Johan Rundgren för bra samarbete som medförfattare på ena artikeln i avhandlingen.

Tack alla lärare som deltagit i mina fortbildningsprojekt och därmed bidragit till empirin i denna avhandling, samt till EU-projektet PROFILES för finansiering av fortbildningar.

Tack till alla opponenter i diverse seminarier upp genom tiderna som därigenom drivit arbetet med konstruktiva kommentarer och utvecklande samtal: Karim Hamza, Erik Knain och Jesper Sjöström. Tack även P-O Wickman för att du ställer upp som opponert på min disputation.

Tack till Karin Thörne för alla skratt, samtal, diskussioner och för all glädje, uppmuntran och klokhet genom alla år. Och tack för allt du gjort för mig. Du är en underbar människa. Tack Nina Christensson för allt stöd du gett genom alla år och särskilt för hjälp med korrekturläsning nu i slutskeende. Tack Sara Wahlberg för all tid du la ner på artikel fyra nu på sluttampen och för den konstruktiva kritiken du gav på denna. Den var gull värd. Tack till Karlstadgänget i FontD. Tack till alla kollegor i SMEER, kollegor jag arbetar med i lärarutbildningen och kollegor på kemin för en stimulerande arbetsmiljö.

Tack mamma och pappa för att ni alltid ställer upp och ger mig stöd. Ni är fantastiska. Och tack till min syster som alltid finns där oavsett vad det är. Tack Anna för att du alltid ställer upp när det behövs.

Ella, Joar och Lova, tack för att ni finns. Jag älskar er!

Förteckning över artiklar

Artikel I

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

Torodd Lunde, Carl-Johan Rundgren och Shu-Nu Chang Rundgren (2015)

Nordic Studies in Science Education (NorDiNa). 11(1), 88-101.

doi: 10.5617/nordina.783

Artikel II

Exploring the negotiation of the meaning of laboratory work in a continuous professional development program for lower secondary teachers

Torodd Lunde, Michal Drechsler och Shu-Nu Chang Rundgren (2016)

Electronic Journal of Science Education. 20 (8), 28-48.

Artikel III

Från implicit till explicit – didaktiska modeller som verktyg för att utmana selektiva traditioner rörande undersökande arbete

Torodd Lunde, Michal Drechsler och Niklas Gericke (2020)

Nordic Studies in Science Education (NorDiNa). 16(2), 167-182.

doi: 10.5617/nordina.7280

Artikel IV

Tillbaka till verkligheten: kritisk realism som teoretiskt fundament för praktiskt arbete i skolans naturvetenskapliga undervisning

Torodd Lunde och Michal Drechsler

Manuskript

Författarnas bidrag

Artikel I

Torodd Lunde, Carl-Johan Rundgren, Shu-Nu Chang Rundgren bidrog till att utveckla forskningsidé. Torodd Lunde och Shu-Nu Chang Rundgren bidrog till framtagande av forskningsdesign. Torodd Lunde genomförde datainsamling och dataanalys samt skrev första utkast till artikel. Alla författare läste och godkände artiklarna innan de skickades till tidskrift.

Artikel II

Torodd Lunde, Shu-Nu Chang Rundgren och Michal Drechsler bidrog till att utveckla forskningsidé. Torodd Lunde och Shu-Nu Chang Rundgren bidrog till framtagande av forskningsdesign. Torodd Lunde genomförde datainsamling och dataanalys samt skrev första utkast till artikel. Alla författare läste och godkände artiklarna innan de skickades till tidskrift.

Artikel III

Torodd Lunde, Michal Drechsler, Niklas Gericke bidrog till att utveckla forskningsidé. Torodd Lunde och Shu-Nu Chang Rundgren bidrog till framtagandet av forskningsdesign. Torodd Lunde genomförde datainsamling och dataanalys samt skrev första utkast till artikel. Alla författare läste och godkände artiklarna innan de skickades till tidskrift.

Artikel IV

Torodd Lunde och Michal Drechsler bidrog till att utveckla idén. Torodd Lunde skrev artikel.

Innehållsförteckning

INTRODUKTION	13
ÖVERGRIPANDE SYFTE	15
INRAMNING AV AVHANDLINGEN	15
AVHANDLINGENS TRE DELSTUDIER	16
FÖRSTA DELSTUDIEN	19
BAKGRUND	20
<i>Naturvetenskaplig allmänbildning i nv-didaktisk forskning</i>	20
<i>Naturvetenskapens arbetsätt och karaktär i nv-didaktisk forskning</i>	21
<i>Undersökande arbete i nv-didaktisk forskning</i>	22
<i>Allmänbildning och undersökande arbete i svenska läroplaner</i>	25
<i>Allmänbildning och undersökande arbete i svensk undervisningstradition</i>	27
<i>Hur gap mellan läroplan och tradition kan uppstå</i>	28
SYFTE	30
METOD	31
<i>Datainsamling och analys</i>	31
RESULTAT	32
DISKUSSION	33
ANDRA DELSTUDIEN	35
BAKGRUND	36
<i>Överbrygga gap mellan läroplan och tradition</i>	36
<i>Lärarfortbildning för att överbrygga gap</i>	38
<i>Fortbildningsprojektet PROFILES</i>	40
SYFTE	42
METOD	43
<i>Design</i>	43
<i>Datainsamling och dataanalys</i>	45
RESULTAT	47
<i>Omförhandling av mening med laborationer</i>	47
<i>Från implicit till explicit med didaktiska modeller</i>	48
DISKUSSION	49
TREDJE DELSTUDIEN	51
BAKGRUND	52
<i>Förskjutningar av idéer kring praktiskt arbete</i>	52
<i>Praktiskt arbete i nv-didaktisk forskning: produktion av kunskap</i>	54
<i>Praktiskt arbete för att illustrera hur teorier kan förklara observationer</i>	54
SYFTE	55

TEORETISKT RAMVERK	56
<i>Kritisk realism enligt Bhaskar</i>	56
<i>Begreppsapparat för praktiskt arbete förankrat i kritisk realism</i>	57
DISKUSSION	58
<i>Kritisk realism och att förklara naturvetenskapligt i undervisningen</i>	58
<i>Kritisk realism och produktion av fenomen i undervisningen</i>	59
<i>Kritisk realism och produktion av kunskap i undervisningen</i>	60
<i>Överbrygga mellan skolpraktik och mv-didaktisk litteratur</i>	60
SLUTSATSER.....	61
IMPLIKATIONER.....	63
REFERENSER	64

Introduktion

Ett återkommande argument som används flitigt för att motivera varför alla ska läsa naturvetenskapliga ämnena i den obligatoriska skolan är att alla behöver naturvetenskaplig allmänbildning (Roberts & Bybee, 2014; Sjöberg, 2005). En viktig aspekt av allmänbildning som bland annat Biesta (2011) och Klafki (2002) argumenterar för, är att elever ska utbildas till att bli autonoma i tanke och handling. I linje med detta lyfter Sjöberg (2005, s. 35) fram en Vision för skolundervisning och allmänbildande nv-undervisning som innebär att ”... *skolan ska bidra till att eleverna utvecklas till individer som är i stånd att delta i vårt demokratiska samhälle på ett självständigt, reflekterande och kritiskt sätt*”. Sjöberg påpekar samtidigt att de naturvetenskapliga ämnena inte alltid ansetts höra till de allmänbildande ämnena. Han menar att nyttoargument som appellerar till kunskapens instrumentella värde traditionellt dominerat över bildningsargument. Det bildningsideal som dominerat den obligatoriska undervisningspraktiken har historiskt till stor del kretsat kring att undervisa grundläggande naturvetenskapliga kunskaper i sin egen rätt (Paulsen, 2006). Knain (1999) beskriver detta som en konflikt mellan ett *upplysningsperspektiv* och ett *kritiskt perspektiv*.

I upplysningsperspektivet behandlas naturvetenskaplig kunskap som ett abstrakt, begreppsmässigt innehåll där ämnena framställs som objektiva rationella vetenskaper höjda över ideologier och andra affektiva förhållanden. Eleverna ska då lära sig begrepp och metoder med syftet att kunna använda och anpassa dessa i en slumpmässig kontext där argumentationen håller sig inom ramarna för känd och etablerad naturvetenskaplig kunskap. Det finns inte utrymme för ett kritiskt perspektiv som rymmer kontextuell sociopolitiskt innehåll och detta anses heller inte nödvändigt då undervisningen anses leverera de rationella redskapen som behövs för att förhålla sig till komplexa och värdeladdade sociopolitiska frågeställningar. Till skillnad från upplysningsperspektivet vill ett kritiskt perspektiv som medför en naturvetenskaplig undervisning i en sociopolitisk problemställning ofta rymma oavslutat vetande, där experter inte är eniga om användningen och konsekvenserna. Det bör också nämnas att kunskap i sociopolitiska och vardagliga sammanhang är kontextberoende där värdefrågor, trovärdighet och tillit också spelar en väsentlig roll för individens ställningstaganden.

Knains (1999) dikotomi illustrerar en spänning mellan olika bildningsideal som har paralleller till de spänningar som finns mellan allmänbildning som förespråkas i ämnesdidaktisk forskningslitteratur i de naturvetenskapliga ämnena (nv-didaktisk forskning) och styrdokument jämfört med traditionell undervisning. Nuvarande svenska styrdokument för grundskolan och nv-didaktisk forskning förespråkar ett kritiskt perspektiv, medan traditionell undervisning i de naturvetenskapliga ämnena (nv-ämnena) domineras av ett upplysningsperspektiv. Detta är ett grundantagande som denna avhandling bygger på, att det finns ett gap mellan läroplan och nv-didaktisk forskning å ena sidan och undervisningstradition å den andra, vilket bottenar i en spänning mellan det kritiska perspektivet och upplysningsperspektivet på allmänbildning. Medan läroplaner och nv-didaktisk forskning förskjutits alltmer mot ett kritiskt perspektiv, har undervisnings-traditionen varit mer stabil över tid och därmed inte haft motsvarande förskjutning.

Biesta (2011) introducerar begreppet ”lärifiering” och syftar till att det skett en förskjutning från en utbildningsvokabulär till ett lärandespråk i diskussioner kring utbildning. Han påstår, något provokativt, att ”*nu för tiden pratas det helt enkelt för mycket om lärande och för lite om vad lärande egentligen är till för*” (Biesta, 2011, s. 129). Med detta vill han understryka att ifall diskussionen om utbildning ensidigt handlar om hur vi kan främja elevers lärande – till exempel hur formativ bedömning kan bidra till mer effektivt lärande – på bekostnad av diskussioner om vad elever bör lära sig och av vilket skäl, så riskerar vi att tränga bort mer grundläggande resonemang om utbildningens syfte och riktning (Biesta, 2004). Därmed ger det fritt spelrum till ”sunt förnuft”-hållningar i frågor om vad utbildning är till för, till exempel föreställningar om att det som betyder mest inom utbildning är akademiska resultat inom ett fåtal teoretiska ämnen som matematik, språk och naturvetenskap (som även är de ämnena som betonas i stora internationella mätningar som TIMSS och PISA). Frågan om vad som utgör en god utbildning riskerar därmed att smaltas ner till att handla om lärande, kvalitet och effektivitet i relation till fördefinierade lärandemål i undervisning av traditionellt ämnesinnehåll i ett fåtal teoretiska ämnen. Biesta påminner dock om att effektivitet är ett instrumentellt värde, som bara säger något om kvalitén i processer att leda fram till ett givet utfall, men inget om utfallet i sig är önskvärt. En av Biestas (2011) huvudpoänger är att huruvida en viss typ av elevaktivitet är att föredra beror på vilket utfall som anses pedagogiskt önskvärt. Först då kan vi börja fatta beslut om hur vi kan uppnå våra mål. Debatter om god utbildning måste därför börja i frågor om syften, mål och värderingar, snarare än i frågor

om lärande, kvalitet och effektivitet. För trots att många lärare entusiastiskt tar del av nya tankegångar och metoder och gör uppriktiga försök att införliva dessa i undervisningen, noterar Biesta att fokus i dessa sammanhang oftare ligger på *hur* idéer ska introduceras, snarare än på *varför* de ska introduceras. Problemet är självklart inte att lärare saknar förmåga att involvera sig i frågor om utbildningens syfte och mål, utan bristen ligger snarare i att det i många fall saknas adekvata ”verktyg” – en begreppsapparat – som gör det möjligt att artikulera frågorna om utbildningens syften, mål och värderingar på ett precist sätt. Dessutom saknas tid för lärarna att ta steget tillbaka från vardagsrutiner och ibland fråga sig varför man gör som man gör, det vill säga reflektera kring vilka syften, mål och värderingar som bör ligga till grund för det som sker i klassrummet.

En fråga blir då hur gapet mellan nv-didaktisk forskning, styrdokument och undervisningspraktik kan överbryggas. Resonemanget ovan illustrerar hur perspektiv på undervisning och naturvetenskaplig allmänbildning har betydelse för vad som anses vara viktigt och centralt (Biesta, 2011). Detta kan påverka hur kunskaper betonas (Roberts, 1982) och vilka följdmeningar som kommuniceras i undervisningen (Östman, 1998) och avgör i sista hand vad eleverna får med sig från undervisningen. Det finns därför skäl att problematisera gapet mellan nv-didaktisk forskning, styrdokument och undervisningspraktik och hur dessa kan överbryggas. Det är detta problemområde som denna avhandling adresserar.

Övergripande syfte

Det övergripande syftet med denna studie är att bidra med ökade kunskaper om vad som äger rum när idéer från nv-didaktisk forskningslitteratur introduceras i en undervisningstradition där andra syften och idéer dominerat under lång tid och hur gap mellan dessa kan överbryggas.

Inramning av avhandlingen

Denna avhandling bygger på tre delstudier som växt fram efter hand som möten med empiri, forskningslitteratur och lärare har resulterat i insikter som lagt grund för nya frågor och idéer under resans gång. Forskningsprocessen kan således beskrivas som iterativ. De tre delstudierna presenteras därför kronologiskt för att

bättre spegla den forskningsprocess som lett fram till slutprodukten och för att därmed ge en djupare förståelse för problematiken som studien kretsar kring, samt hur delstudiernas resultat och slutsatser bygger på varandra.

Avhandlingens tre delstudier

Avhandlingen bygger på tre delstudier och dessa har resulterat i fyra artiklar. Under avhandlingsarbetet har två lärarfortbildningar arrangerats. Dessa genomfördes som en del av ett större EU-finansierat forsknings- och fortbildningsprojekt med namnet Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (PROFILES). I projektet låg betoningen på undersökningsbaserad undervisning och en strävan efter att göra nv-ämnena mer relevanta för elever (Holbrook, 2014). Fortbildningarna riktade sig mot lärare i naturvetenskapliga ämnen i senare delen av grundskolan (årskurs 7-9) med fokus på undersökande arbete. Första delstudien bygger på empiri från en fortbildningsomgång våren 2013 och resulterade i en artikel. Den andra delstudien bygger på empiri från en annan fortbildning som arrangerades hösten och våren 2013/2014 och resulterade i två artiklar. Tredje delstudien är en rent teoretisk studie som inte specifikt kopplar till fortbildningarna, men berör samma problematik. En översikt över hur de tre delstudierna förhåller sig till de fyra artiklarna och de två fortbildningsomgångarna finns i Figur 1.

Delstudie 1	Artikel 1	Fortbildning 1
Delstudie 2	Artikel 2 Artikel 3	Fortbildning 2
Delstudie 3	Artikel 4	Teoretisk artikel

Figur 1. Översikt över sambanden mellan delstudier, artiklar och fortbildningar.

Den första delstudien är en fallstudie. Den genomfördes under den första fortbildningsinsatsen. I delstudien riktades blicken mot lärarnas befintliga undervisning för att få syn på, och dokumentera den rådande

undervisningspraktiken kring ett specifikt innehåll – naturvetenskapliga arbetsättet och dess karaktär – i relation till hur detta skrivs fram i läroplanen och frågas efter i de svenska nationella proven. I delstudien konkluderades det att lärarna tolkade undersökande arbete selektivt, vilket sedan fungerade som utgångspunkt för nästa fortbildning och därmed delstudie två. En ny fortbildning designades för att adressera den aktuella problematiken som identifierats. Forskarblicken riktades mot de antaganden som fortbildningen byggde på och hur lärarna responderade på dessa i syftet att utforska den process som lärarna var en del av och utfallet av denna.

Den sista av de tre delstudierna är teoretisk och utforskar hur skillnader i vetenskapsteoretiska antaganden som dominerar undersökande arbete inom undervisningstraditionen jämfört med det nv-didaktiska forskningsfältet skulle kunna överbryggas. Medan undervisningstraditionen domineras av empiristiska antaganden blandad med vardagsrealism dominerar socialkonstruktivistiska perspektiv i det nv-didaktiska fältet. Ett vetenskapsteoretiskt ramverk som är kompatibelt med både ”sunt förnuft”-realism och socialkonstruktivism presenteras som en brygga. Didaktiska konsekvenser för undersökande arbete diskuteras sedan.

Första delstudien

Bakgrund

Naturvetenskaplig allmänbildning i nv-didaktisk forskning

Ett återkommande argument för att alla ska läsa nv-ämnen i den obligatoriska skolan är att alla behöver naturvetenskaplig allmänbildning (scientific literacy) för att hantera naturvetenskap man möter både privat och i samhällslivet (Roberts & Bybee, 2014), men trots detta finns det olika tolkningar av begreppets innebörd (Fensham, 2004; Holbrook & Rannikmae, 2009; Jenkins, 1999; Kolstø, 2001a; Laugksch, 2000; Shamos, 1995). Roberts (2007) har identifierat två skilda grundidéer i debatten om vad naturvetenskaplig allmänbildning innebär. Han betecknar dessa med termerna *Vision 1* och *Vision 2*. *Vision 1* associeras med en idé om att allmänbildning handlar om att lära sig naturvetenskapliga baskunskaper och basfärdigheter. I detta perspektiv bildar naturvetenskapliga begrepp, processer och metoder fundamentet för undervisningspraktiken. Eleverna ska lära sig uttrycka sig precist om naturen, argumentera rationellt och belägga argument med observationer och experimentell data. En premis i detta perspektiv är att begrepp och metoder är tänkta att kunna användas och anpassas till en slumpmässig kontext och det anses att de rationella redskapen som finns inom naturvetenskapen är tillräckliga för att hantera samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll. *Vision 2* refererar till en idé om att allmänbildning kräver att eleverna upparbetar sina färdigheter i informell argumentation i komplexa, kontextuella, sociopolitiska sammanhang och kontroverser, där det inte finns något givet svar. Detta är frågor som ofta involverar dubbelkontroverser, vilket innebär att både den naturvetenskapliga kunskapen som är involverad och den sociopolitiska frågeställningen de ska ta ställning till är kontroversiella (Kolstø, 2006). Detta gör att eleverna samtidigt måste förhålla sig till expertoemigheter inom forskningsfältet, omdebatterade kunskaper från forskningsfronten, intressekonflikter, etiska överväganden och kunskaper från fler olika kunskapsfält. Detta ställer andra krav på överväganden och kritiskt tänkande än vad som vanligtvis präglar hanteringen av inomvetenskapliga frågeställningar (Kolstø, 2001a; Roberts & Bybee, 2014). En konsekvens av detta är att man inom ett *Vision 2* perspektiv förespråkar en kontextuell undervisning som börjar i autentiska och komplexa problemställningar för att eleverna ska få träning i att hantera samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll.

En följdfråga blir då vilka naturvetenskapliga kunskaper eleverna behöver för att hantera denna typ av frågor. Tre olika övergripande kunskapsaspekter finns vanligen med i diskussioner kring allmänbildande undervisning: *de*

naturvetenskapliga begreppen, den naturvetenskapliga verksamheten och naturvetenskapens användning (Fensham, 2000; Roberts, 2007). En allmänbildande undervisning brukar därför förknippas med mer än att lära sig de mest centrala teorierna och begreppen; det handlar även om kunskaper om naturvetenskapens arbetssätt och karaktär samt att använda naturvetenskapliga kunskaper för att hantera praktiska frågor i vardagen och göra ställningstaganden i sociopolitiska samhällsfrågor (Fensham, 1988; Roberts, 1982, 2007).

Naturvetenskapens arbetssätt och karaktär i nv-didaktisk forskning

Det råder enighet inom det ämnesdidaktiska forskarsamhället att kunskaper som kan användas i syfte att kritiskt värdera hållbarheten i naturvetenskapliga kunskapspåståenden är en central komponent i en allmänbildande undervisning. Det råder dock inte samma enighet om hur undervisningen bör se ut, eller vilka kunskaper elever kan eller bör få med sig för att utveckla detta (Roberts & Bybee, 2014). Relevanta ämneskunskaper anses i regel vara nödvändiga, men inte tillräckliga (Bailin, 2002; Ennis, 1989). I tillägg behövs kunskaper om naturvetenskapens karaktär, det vill säga en förståelse för syftet med naturvetenskapligt arbete, den naturvetenskapliga kunskapens status och naturvetenskap som social verksamhet (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996; Kolstø, 2001a; Ryder, 2001) och om hur naturvetenskap kan användas i olika syften för att främja intressen (Kolstø, 2010). Medborgare måste förhålla sig till många riskfrågor som innefattar hälso-, miljö- eller säkerhetsaspekter och botten i konflikter där olika intressen står emot varandra. Dessa frågor involverar även omdebatterad kunskap från forskningsfronten. I och med att både aktuella handlingsalternativ och tillgängliga kunskaper är kontroversiella är detta en form av dubbelkontroverser där medborgare måste integrera naturvetenskaplig kunskap med andra kunskapsformer samt skapa klarhet i värderingar som finns inneboende i de olika alternativen (Kolstø, 2006). Medborgaren som självständigt vill göra välgrundade ställningstaganden baserade på tillgängliga kunskaper måste därför kunna ta ställning till både innebörden och giltigheten av kunskapspåståenden och hur denna kunskap används i information och argumentation för att främja olika intressen. En relevant fråga är då vilka förväntningar som är rimliga att ställa på medborgaren. Bingle och Gaskell (1994) har argumenterat för orimligheten i att en lekman ska granska kunskaper utifrån samma kriterier som en forskare gör, både för att det kräver gedigna kunskaper, men också för att medborgaren sällan har tillgång till den information som behövs.

En är vanligt förekommande kunskapssyn besläktad med positivismen är att kunskap är avbildningar av verkligheten som är antingen sanna eller falska (Driver et al., 1996). I detta perspektiv handlar ett kritiskt förhållningssätt till kunskap om att granska och värdera sanningshalten i kunskapspåståenden genom att värdera kvaliteten på forskning på liknande sätt som forskare gör. Medborgare behöver därför tillägna sig liknande kompetenser som en forskare. Bingle och Gaskell (1994) argumenterar därför för att en konstruktivistisk kunskapssyn kan vara mer lämpligt. En konstruktivistisk kunskapssyn på premissen att det inte är möjligt att logiskt avgöra om en hypotes är sann eller falsk bara genom att visa till empirisk data (Kuhn, 1962). En orsak till detta är att hypoteser är underbestämt av data (Quine, 1993). Detta gör att fler alternativa och konkurrerande tolkningar kan vara gångbara i och med att forskare alltid ledsagas av teoretiska antaganden i tolkning av data. I forskningsfronten skapas därför subjektiva och opålitliga hypoteser som publiceras för att andra kollegor inom fältet ska kunna granska och diskutera hypotesernas hållbarhet. Detta bidrar till att många kunskapspåståenden filtreras bort, medan andra på sikt kan omvandlas till pålitliga kunskaper när konsensus kring en given tolkning har etablerats (Bauer, 1994). Naturvetenskap kan därmed betraktas som en argumentativ och social process som karakteriseras av granskning, argumentation och debatt (Ziman, 1968). På sikt resulterar denna process i att det etableras kunskaper inom forskarsamhället som ingen forskare längre finner meningsfullt att ifrågasätta. Med en konstruktivistisk kunskapssyn går det grovt att skilja på två former av kunskaper, dels etablerad naturvetenskaplig kunskap det råder stabil konsensus kring och dels tentativ kunskap från forskningsfronten som fortsatt debatteras (Kuhn, 1962; Latour, 1987). Enstaka kunskapspåståenden från forskningsfronten kan ses som högst personlig, felbar och kontextualiserad kunskap. En följd av detta är att det blir lämpligt att bedöma betydelsen av kontextuella faktorer i den vetenskapliga tillblivelseprocessen, i stället för att enbart fokusera på kvalitén på resultatet av forskningen, vilket också har föreslagits vara viktigt att belysa i den naturvetenskapliga undervisningen (Bingle & Gaskell, 1994; Kolstø, 2001b).

Undersökande arbete i nv-didaktisk forskning

Begreppet undersökande arbete (inquiry) har haft en framträdande plats i den nv-didaktiska debatten i över femtio år (DeBoer, 1991; Osborne, 2014). Dock har begreppet kritiserats för att ha en vag och mångtydig betydelse och det saknas en entydig definition som det nv-didaktiska fältet har kunnat samlas kring (Anderson, 2007; Crawford, 2014). Dessutom har det funnits en allmän kritik

mot de pedagogiska idéer som förknippas med begreppet (Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Anderson (2002) konstaterar att begreppet ofta används för att referera till ”bra undervisning” som en motpol till traditionell katederundervisning, men att begreppets innebörd artikuleras vagt. Han argumenterar för att begreppet involverar både idéer om undervisning och lärande i kombination med idéer om naturvetenskapliga arbetsmetoder och menar att denna sammankoppling – trots att det är en källa till missuppfattningar och tvetydigheter – gör begreppet unikt och särskilt relevant för nv-undervisning (Anderson, 2007). I många varianter av undersökande arbete har det likställs med induktiva arbetsmetoder – till exempel discovery learning – där eleverna i praktiska hands-on-aktiviteter ska återupptäcka naturvetenskapliga teorier, medan det i andra varianter handlar om att eleverna ska lära sig en viss uppsättning vetenskapliga förmågor genom att imitera ett vetenskapligt arbetssätt (Osborne, 2014). En bidragande orsak till denna oklarhet är att termen har använts på två olika sätt (Crawford, 2014; DeBoer, 1991). Å ena sidan har det används för att referera till innehåll förknippat med specifika arbets- och tankesätt inom naturvetenskap, å andra sidan har det använts för att referera till undersökande undervisningsmetoder för att undervisa naturvetenskapliga begrepp. Detta har resulterat i att både nv-didaktisk forskningslitteratur och många policy-dokument har färgas av en tvetydighet (Crawford, 2014; NRC, 1996, 2000).

Flera nv-didaktiska forskare har höjt rösten för att precisera innebörden av undersökande arbete och koppla den mer specifikt till ett innehåll, snarare än till pedagogiska idéer om undervisning och lärande (Bybee, 2004; Hodson, 2014; N. G. Lederman, 2006; Millar, 2004). En gemensam nämnare för flera av dessa är att de argumenterar för att särskilja på tre olika syften med undersökande arbete och menar att det dels handlar om en uppsättning färdigheter som eleverna ska lära sig, dels om begreppsliga kunskaper om vad som kännetecknar den process där naturvetenskaplig kunskap skapas och dels om en pedagogisk strategi. Bybee (2004) sammanfattar detta i tre kategorier lärandemål: att lära sig *göra* undersökningar, att lära sig *om* undersökningar och att lära sig *traditionellt ämnesinnehåll*. De två första kategorierna lärandemål är specifikt kopplade till undersökande arbete, medan den sista – att lära sig traditionellt ämnesinnehåll – syftar på ett mer allmänt innehåll. Den första formen av lärandemål inbegriper en uppsättning färdigheter som behövs för att kunna göra undersökningar, men det involverar samtidigt färdigheter i att kombinera detta med naturvetenskapliga kunskaper, resonemang och kritiskt tänkande (Bybee, 2004; N. G. Lederman,

2006). Den andra formen av lärandemål, att lära om undersökningar, inbegriper kunskaper om de naturvetenskapliga arbetssättens karaktär och i förlängningen kunskaper om naturvetenskapens karaktär (Hodson, 2014; N. G. Lederman, 2006). Målet är alltså att ge eleverna begreppsliga kunskaper om den process där naturvetenskaplig kunskap skapas och utvecklas (J. S. Lederman et al., 2014). Den sista formen av lärandemål, att lära naturvetenskapligt ämnesinnehåll, inkluderar kunskaper om naturvetenskapens teorier och begrepp och som nämnts tidigare kopplar inte denna typ av innehåll specifikt till undersökande arbete.

Forskarna ovan argumenterar för att man skall separera de tre olika typerna av lärandemål i praktiskt arbete och välja aktivitet utifrån vad som är det specifika målet för undervisningen (Bybee, 2004; Hodson, 2014; N. G. Lederman, 2006; Millar, 2004). Hodson (1996, 2014) argumenterar till exempel för att det oftast är olämpligt med öppna undersökningar utan givet resultat ifall undervisningsinnehållet är etablerade begrepp, medan öppna varianter kan vara nödvändiga om eleverna ska lära sig *att göra* och *om* undersökningar. Argumentet är då att olika frihetsgrader kan vara mer eller mindre lämpliga beroende på syftet med en aktivitet och att läraren bör välja hur öppen en aktivitet ska vara utifrån syftet. Fler forskare har gett olika förslag på hur frihetsgrader kan varieras genom att lärare medvetet kan välja vilka delar av en undersökande aktivitet som är given eller öppen (se Tabell 1) (Domin, 1999; Gyllenpalm, Wickman & Holmgren, 2010a; Schwab, 1962).

Tabell 1. Olika undersökningsansatser och deras frihetsgrader beroende på om frågeställning, metod respektive resultat är givna eller öppna.

Frihetsgrad	Frågeställning	Metod	Resultat
0	given	given	given
1	given	given	öppen
2	given	öppen	öppen
3	öppen	öppen	öppen

En aktivitet med frihetsgrad noll är en traditionell receptlaboration där eleverna inte har möjlighet att påverka varken fråga, resultat eller metod, medan en aktivitet med frihetsgrad tre är en öppen undersökning – däremellan finns det andra kombinationer av frihetsgrader (Gyllenpalm et al., 2010a). På detta sätt kopplas undersökande arbete även till ett tillvägagångssätt. Val av tillvägagångssätt bygger ofta också på innehållets karaktär, snarare än pedagogiska övervägande om undervisning och lärande. Innebörden av undersökande arbete

kommer i fortsättningen av denna avhandling främst avgränsas till aktiviteter som specifikt kopplar till det primära syftet att lära *göra* och lära *om* undersökningar och till aktiviteter med en eller fler frihetsgrader för att tydliggöra att undersökande arbete i denna studie är förknippad med ett särskilt innehåll snarare än pedagogiska tillvägagångssätt för att lära traditionellt ämnesinnehåll. Termen praktiskt arbete kommer användas som ett paraplybegrepp för att generellt referera till praktiska aktiviteter oberoende av vart det sker (t.ex. i en laborationssal eller utomhus) eller graden av undersökande arbete (t.ex. om eleverna gör kontrollerade experiment) i enlighet med hur Hodson (1988) använder begreppet.

Allmänbildning och undersökande arbete i svenska läroplaner

När allmän grundskola infördes i Sverige 1962 togs nya kursplaner fram för den obligatoriska nv-undervisningen. I de naturorienterade ämnena var det realskolans studieförberedande kursplaner i fysik, kemi och biologi som användes som förebild och utgångspunkt. Hultén (2008) beskriver hur dessa kursplaner, uppdelade i fysik, kemi och biologi, i praktiken blev urvattnade miniatyrversioner av realskolans kursplaner som i sin tur var miniatyrversioner av de respektive akademiska moderdisciplinerna. Konsekvensen av detta var att grundskolan fick kursplaner som i hög grad var framtagna med tanke på vilket innehåll som är relevant för vidare studier i naturvetenskap. Detta resulterade i en Vision på allmänbildning med stark betoning på traditionella ämneskunskaper motsvarande Vision I (Roberts, 2007). De senaste årtionden har det dock skett en tyngdpunktsförskjutning i läroplanerna mot att i allt större utsträckning relatera kunskapsinnehållet till kontexter utanför den naturvetenskapliga diskursen, mer i linje med Vision II-perspektivet (Almqvist & Lundqvist, 2013; Lunde, 2019).

I den senaste läroplanen för svenska grundskolan, Lgr11 (Skolverket, 2011, 2017), finns alla kunskapsaspekter som vanligen finns med i diskussioner kring allmänbildande undervisning representerade i syftesbeskrivningen av ämnet: de naturvetenskapliga begreppen, den naturvetenskapliga verksamheten och naturvetenskapens användning (Lunde, 2019). I tillägg till mer traditionellt begreppsligt innehåll beskriver syftestexten att undervisningen ska ge eleverna förutsättningar att söka svar på frågor genom både systematiska undersökningar och andra typer av källor. De ska dessutom kunna skilja mellan naturvetenskapliga och andra sätt att skildra omvärlden och hantera praktiska, etiska och estetiska valsituationer som rör frågeställare om till exempel miljö, hälsa eller säkerhet. Detta är innehåll som förknippas både med naturvetenskapens

arbetsätt och karaktär, och med kunskapens användning i vardag och samhällsliv. Detta återspeglas även i de tre långsiktiga lärandemålen som uppsummerar syftesbeskrivningen för nv-ämnena (se Tabell 2 för ämnet kemi).

Tabell 2. Koppling mellan de tre övergripande kunskapsaspekterna och de tre långsiktiga strävansmålen för kemiämnet i läroplanen för grundskolan (Lgr11).

Kunskapsaspekter	Långsiktiga strävansmål i Lgr11
De naturvetenskapliga begreppen	använda kemins begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara kemiska samband i samhället, naturen och inuti människan.
Den naturvetenskapliga verksamheten	genomföra systematiska undersökningar i kemi
Naturvetenskapens användning	använda kunskaper i kemi för att granska information, kommunicera och ta ställning i frågor som rör energi, miljö, hälsa och samhälle

Formuleringen i det sista av de tre långsiktiga målen riktar sig mot en medborgerlig allmänbildning där elever ska få förutsättningar för att delta i sociopolitiska frågeställningar. En konsekvens av detta är att undervisningen på ett eller annat sätt måste engagera eleverna i samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll om elever ska få träning i att använda naturvetenskapliga kunskaper i denna typ av valsituationer, till skillnad från en mer traditionell kontextfri undervisning med stark betoning på centrala begrepp och teorier. En slutsats av detta är att det historiskt i de svenska läroplanerna skett en förskjutning från att ganska ensidigt betona en Vision för allmänbildning i enlighet med Vision 1 till att även inkludera idéer förknippade med Vision 2.

När det gäller innehåll som rör praktiskt undersökande arbete finns det i den senaste läroplanen Lgr 11 (Skolverket, 2017) tydligt framskrivet att eleverna ska få kunskaper som rör de naturvetenskapliga arbetsätten. De naturvetenskapliga arbetsätten betecknas då som *systematiska undersökningar* och *att arbeta systematiskt*. När vi ser bakåt i tiden har det funnits mål som handlar om det naturvetenskapliga arbetssättet ända tillbaka till den första läroplanen från 1962, men det har dock skett förskjutningar i hur detta innehåll framträder. Johansson och Wickman (2012) konstaterar att det i de senare läroplanerna finns en ständigt större betoning på att eleverna själva ställer frågor, planerar undersökningar och jämför resultat med förutsägelser, hypoteser eller frågeställningar för att kunna dra egna slutsatser. Det har därmed skett en glidning från att elever ska lära sig *göra* undersökningar till att lära *om* undersökningar. Eleverna ska även utveckla

kommunikativa färdigheter i argumentation i tillägg till att rapportering av resultat allt mer har betonats som en social process. Det kritiska förhållningssättet har också förskjutits alltmer från elevernas egna undersökningar till att omfatta naturvetenskap i allmänhet. I senaste läroplanen betonas ett kritiskt förhållningssätt som även inkluderar kritisk granskning av vetenskapen i vardagen och samhället (Skolverket, 2011)

Johansson och Wickman (2012) menar också att det finns tendenser till en mer induktiv ansats i synen på naturvetenskapen i den senaste läroplanen, till exempel genom att begreppen hypotes och förutsägelse försvinner från kursplanen och begreppet felkällor införs. De hävdar vidare att rapportering av resultat och tolkningar som social och argumentativ process är mindre tydligt framskrivet än i den förra läroplanen, och att det finns skrivningar som indikerar att naturvetenskapliga arbetsmetoder kan ge objektiva och direkta svar. Även skrivningar om att eleverna ska lära sig göra undersökningar utifrån redan givna planeringar förekommer. Trots detta finns det en tydlig betoning på att eleverna själva ska lära sig göra undersökningar, något som också genomsyrar nationella proven i fysik, kemi och biologi som introducerades 2013 där eleverna själva ska planera, genomföra och utvärdera undersökningar utifrån en given frågeställning. Sammantaget tyder allt detta på att det skett en allmän förskjutning i styrdokumentet från att betona aktiviteter med låg frihetsgrad där eleverna enbart får genomföra undersökningar till att betona aktiviteter med högre frihetsgrad. Det har även skett en förskjutning mot att allt starkare betona innehåll som förknippas specifikt med det naturvetenskapliga arbetssättet. Det naturvetenskapliga arbetssättet kopplas till ett kritiskt förhållningssätt som även inkluderar kritisk granskning av vetenskap i vardagen och samhället, något som kan tolkas som att eleverna även ska lära sig använda kunskaper om det naturvetenskapliga arbetssättet i sociopolitiska frågeställningar i enlighet med Vision 2 perspektivet.

Allmänbildning och undersökande arbete i svensk undervisningstradition

Svensk nv-undervisning har varit starkt präglad av en tradition där traditionellt ämnesinnehåll dominerat (Hultén, 2008). Utomvetenskapliga kontexter har haft en tillbakadragen plats, och vardagsanknytning och kopplingar till samhällsfrågor har ofta ansåts vara ett sätt att underlätta lärande av traditionellt ämnesinnehåll, snarare än att ge elever förutsättningar för att använda naturvetenskap i andra sammanhang (Andrée, 2005). Detta är något som har präglat undervisningen generellt, men även den laborativa undervisningen mer specifikt fram till i dag (Andrée, 2007; Högström, Ottander & Benckert, 2006). Detta indikerar att den

undervisningstradition som dominerat har släpat efter tyngdpunktsförskjutningen som historiskt skett i läroplanen mot Vision 2 och mot syfte, innehåll och arbetssätt associerat med naturvetenskapens arbetssätt och karaktär. Det finns nämligen en rad studier av svensk laborativ undervisning som indikerar att lärarnas undervisningspraktik ligger långt ifrån läroplanen. När lärares syften med laborationer har undersökts dominerar 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 har i ringa utsträckning varit ett ämnesinnehåll (Andrée, 2007; Gyllenpalm et al., 2010a; Holmström, Pendrill, Reistad & Eriksson, 2018; Hult, 2000; Högström et al., 2006; Löfdahl, 1987). Istället dominerar receptlaborationer med stegvisa instruktioner med huvudsyftet att exemplifiera och illustrera traditionellt naturvetenskapligt ämnesinnehåll framför att illustrera ett vetenskapligt arbetssätt, och aktiviteter med hög frihetsgrad är sällsynta (Gyllenpalm et al., 2010a; Högström et al., 2006). Det finns dock en stark tradition av praktiskt arbete som associeras med undersökande arbete, men termen undersökande arbete är vagt definierad och används om allt ifrån kokboks-laborationer till öppna undersökningar (Gyllenpalm et al., 2010a). Det finns också en vida utbredd sammanblandning av naturvetenskapliga undersökningsmetoder som ämnesinnehåll med undersökande aktiviteter som en pedagogisk undervisningsmetod. Detta beror på att undersökande aktiviteter associeras med laborativa aktiviteter som traditionellt har haft som syfte att förmedla väletablerat ämnesinnehåll (Gyllenpalm, Wickman & Holmgren, 2010b).

Hur gap mellan läroplan och tradition kan uppstå

Det finns ett visst gap mellan läroplan och tradition när det gäller underliggande idéer kring allmänbildning och undersökande arbete i nv-undervisningen. I styrdokumentet har perspektiv förknippade med Vision 2 fått en allt mer central plats, medan undervisningstraditionen i många avseenden hållit kvar vid en mer inomvetenskaplig undervisning med betoning på Vision 1. På liknande sätt har den laborativa undervisningstraditionen behållit en stark betoning på traditionellt ämnesinnehåll, medan mer öppna undersökande arbetssätt och innehåll förknippat med det naturvetenskapliga arbetssättet i liten grad fått fäste i klassrummet.

Det finns konserverande element som bidrar till att upprätthålla en kultur över tiden. Williams (1973) använder begreppet selektiva traditioner för att förklara den process genom vilken en kultur fortlever. En selektiv tradition kan betecknas

som en sovrande tolkningsram – ett kollektivt raster – som etablerats inom en institution. Inom skolan finns det till exempel vissa etablerade normer och regler och dessa strukturerar lärarnas sätt att tänka och handla till varaktiga och återkommande mönster (Almqvist et al., 2008). Många av de val som läraren gör sker därmed på ett vanemässigt sätt, till exempel vad som anses vara relevant ämnesinnehåll eller vilka undervisningsmetoder som är lämpliga (Gyllenpalm et al., 2010a; Johansson & Wickman, 2013; Sund, 2016). Detta kan medföra att vana framför medveten reflektion avgör vad en lärare tar upp, hur han eller hon tar upp det och varför. När en lärare väljer ämnesinnehåll måste något inkluderas medan annat exkluderas. Vad som prioriteras eller bortprioriteras handlar om vilket innehåll som värderas högt och dessa värderingar kan vara starkt influerade av den praktik och kultur man är en del av. Existerande traditioner påverkar därmed vad som inkluderas och exkluderas. De bidrar till att nya impulser selektivt blir omformade och anpassade till den befintliga undervisningspraktiken och genom att dessa tolkningsramar upplevas som självklara kan de fortleva utan att ifrågasättas.

Ur ett deltagarperspektiv ses lärande som en insocialisering i sätt att tänka och handla (Lave & Wenger, 1991). Lärande ses då som något som sker genom att delta i en praktik. Tänkandet, handlandet och därmed våra kunskaper är grundläggande kontextuella och intimt knuten till de situationer som vi tänker, handlar och lär i, det vill säga att de är situerade (Säljö, 2000). När en nyexaminerad lärarstudent börjar arbeta på en skola ska han bli deltagare i en ny gemenskap där andra spelregler och syften gäller än på till exempel lärarutbildningen. Han måste upparbeta en repertoar av nya kunskaper för att bli fullvärdig deltagare av denna praktik (Wenger, 1998). Det uppstår därför en ny lärandeprocess när nykomlingen ska införlivas i det sociala och praktiska kunnande som existerar inom den befintliga lärargemenskapen på en skola. Detta kan tolkas i termer av ett lärlingskap där den nyblivna läraren i början är en perifer deltagare av lärarkollegiet som efterhand införlivas i en praktik och till slut blir en fullvärdig deltagare. Nya lärare införlivas därmed i en existerande praktik och blir en del av den rådande skolkulturen (som de även har kultiverats in i under sin skoltid, men då som elev, och som därmed blir ytterligare en konserverande och reproducerande faktor). Kulturen blir efterhand en del av lärarens identitet och den givna utgångspunkten för att tänka kring den egna verksamheten. Förståelser, procedurer och handlingssätt blir efterhand förtingligade (reifierade) och kan uppfattas som om de innehar en självständig existens (Wenger, 1998). Denna framstår som meningsfull och självklar och utgör den förståelsesram som

allt annat tolkas utifrån. Detta gäller även hur man tänker omkring de val man gör i undervisning: vilket innehåll som är viktigt, vilka laborationer som är bra eller vad som är syftet med undervisningen. Med andra ord har den nya läraren införlivas i den rådande lokala undervisningstraditionen och börjar själv reproducera denna (Lager-Nyqvist, 2003). En tradition kan därför påverka val av innehåll och undervisningsmetoder genom att skolkulturen fungerar som traditionsbärare av uppfattningar. Tankemönster och tradition understöds ytterligare av artefakter som till exempel skolböcker, färdiga laborationer och labbutrustning som är bärare av kondenserad mening. Detta innebär att den nyutbildad befinner sig i en bestämd situation där han eller hon möter kunnande, procedurer och artefakter som redan är kultiverade av andra och skapade för handling i specialiserade situationer, till exempel laborationspraktiken. När nyblivna lärare börjar arbeta införlivas de i den befintliga praktiken och börjar anamma befintliga tankesätt och procedurer förknippade med denna. Vanor och traditioner kan därmed reproducera sig själva och fortleva oberoende av ändringar i till exempel lärarutbildningar eller läroplaner.

Syfte

I skolan har det funnits en lång tradition av att använda receptlaborationer och att betona andra mål i undersökande arbete än att undervisa om de naturvetenskapliga arbetssätten och vad som karakteriserar dessa. I kontrast har de senare läroplaner och den nv-didaktiska forskningslitteraturen betonat undersökande arbete allt mer som ett sätt att undervisa i och om det naturvetenskapliga arbetssättet. Med införande av en ny läroplan där undersökande arbete finns tydligt framskrivet och nationella prov där elevernas förmåga att genomföra undersökande arbete ska bedömas, finns det en yttre press på lärare att införliva undersökande arbete i en laborativ tradition. En fråga blir då hur detta kommer till uttryck i en undervisning där andra arbetssätt och kunskapsmål har dominerat under lång tid.

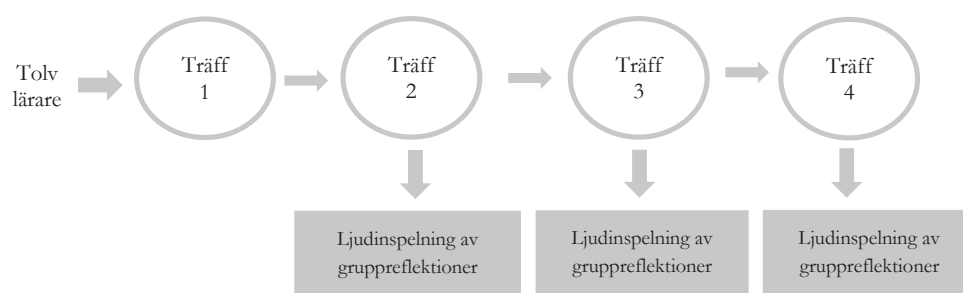
Syftet med delstudie 1 är att behysa hur lärare i senare delen av grundskolan tillmötesgått externa förväntningar om att involvera elever i undersökande arbete.

Metod

Delstudie 1 är en fallstudie (Bryman, 2012) som genomförts parallellt med att lärare deltog i en fortbildningsinsats som arrangerades av forskarna i denna studie. Fortbildningen arrangerades inom ramen för ett europeisk forsknings- och fortbildningsprojekt PROFILES (se delstudie 2 för en mer omfattande beskrivning).

Datainsamling och analys

Deltagarna i studien var 12 verksamma och behöriga högstadielärare (årskurs 7-9) från samma kommun som alla undervisar i nv-ämnen. Gruppen var heterogent sammansatt med avseende på manliga och kvinnliga lärare, lärare i olika nv-ämnen, med olika lång erfarenhet och utbildningar. Detta resulterade i en bredd i empirin som ansågs viktig för att ge en heltäckande och rättvis bild av en pågående praktiken. En översikt över datainsamlingen ges i figur 1 nedan.



Figur 2. Översikt över datainsamling under första fortbildningsprogram.

Data samlades in vid tre fortbildningstillfällen, och utgjordes av inspelade gruppreflekationer under andra, tredje och fjärde träffen. Totalt har åtta olika gruppreflekationer spelats in. Reflektionerna varade från 35 till 45 minuter och skedde i grupper om tre till fem deltagare och genomfördes utan forskares närvarande. Gruppernas instruktioner var att i tur och ordning presentera aktiviteter kopplat till undersökande arbetssätt, för att sedan tillsammans reflektera över dessa.

Analysen var induktiv. Undersökande aktiviteter identifierades och karaktäriserades utifrån olika faser av undersökande arbete: frågeställningsfas, planeringsfas, genomförandefas och dokumentation-/presentationsfas. Med detta som utgångspunkt skedde en induktiv kategorisering av aktiviteterna.

Delstudien har genomförts med hänsyn till de fyra forskningsetiska kraven som Vetenskapsrådet (2017) tagit fram: informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet. Deltagare fick därmed skriftlig och muntlig information om studiens syfte och villkor för deltagandet. Alla deltagarna fick ge skriftligt samtycke med information om att deltagandet var frivilligt och att de när som helst kunde avbryta sin medverkan. All data anonymiserades i enlighet med konfidentialitetskravet och har i överensstämmelse med nyttjandekravet enbart använts för forskningsändamålet.

Resultat

I studien identifierades två undervisningsstrategier för att bemöta yttre förväntningar om att engagera eleverna i undersökande arbete. Den första, *hybridisering*, innebar att befintliga styrda laborationer, ursprungligen framtagna för andra undervisningssyften, öppnades upp för att ge mer utrymme för eleverna att vara delaktiga. Betoningen låg dock mer på pedagogiska syften med betoning på att producera fenomen och undervisa traditionella ämneskunskaper än på att modellera naturvetenskapliga verksamheter. Den andra strategin var *imitering* av en praktisk uppgift, liknande den som genomförs under nationella proven för att bedöma elevernas förmåga att genomföra systematiska undersökningar. I denna typ av uppgifter blev eleverna tilldelade en färdig frågeställning som de sedan skulle komma fram till ett givet svar på. Eleverna skulle planera, genomföra och utvärdera självständigt i enlighet med instruktionerna för nationella proven. Lärarnas uttalade syfte med detta var att träna eleverna inför de nationella proven och de refererade i liten utsträckning om betydelsen av att undervisa om det naturvetenskapliga arbetssättet som ett innehåll. Det framkom att de undersökande aktiviteterna främst hade en pedagogisk funktion genom att lärarna betonade undervisning av traditionellt ämnesinnehåll som det primära syftet.

Diskussion

I traditionell undervisning i naturvetenskap har betoningen varit på naturvetenskapligt ämnesinnehåll (Sjöberg, 2005). Detta återspeglas även i den laborativa undervisningen där betoningen har varit på att eleverna får producera fenomen och lära begrepp genom praktiska aktiviteter (Abrahams & Millar, 2008; Andrée, 2007; Gyllenpalm et al., 2010a). Ingen av lärarna i delstudie ett problematiserade syfte och innehåll i diskussioner kring undersökande arbete. En delförklaring till lärarnas ganska ensidiga betoning på begreppsligt lärande kan vara att den traditionen de är en del av påverkar hur de tolkar skrivningarna i läroplanen och att de därmed tolkar undersökande arbete främst som en pedagogisk metod för att undervisa traditionellt ämnesinnehåll, framför att begreppet refererar till ett naturvetenskapligt arbetssätt som eleverna ska lära sig något om, vilket är i enlighet med resultat från Gyllenpalm et al (2010b). En annan delförklaring kan vara att de inte har fått förutsättningar för att undervisa om begrepp som kontrollexperiment, variabler eller hypoteser i lärarutbildning eller egen skolgång, och detta kan också bidra till att lärare inte värderar undersökande arbete som ett särskilt viktigt innehåll. (Gyllenpalm & Wickman, 2011a, 2011b). Resultatet kan förstås i ljuset av selektiva traditioner, där lärare genom att ha införlivats i en befintlig tradition selektivt väljer ut, omformar eller anpassar nya idéer till det gamla och därmed upplever att de införlivat det nya, utan att grundläggande antaganden om undervisningens syfte ifrågasatts, exempelvis när det gäller att involvera eleverna. Detta kan bidra till att det uppstår en viss spänning mellan läroplan och tradition genom att ändrade syften i läroplanen selektivt införlivas i praktiken och avståndet mellan läroplan och praktik ökar med tiden. I detta perspektiv kan den selektiva traditionen betraktas som ett hinder för att lärare ska få syn på alternativa antaganden till den etablerade traditionen, något som bland annat Gyllenpalm et al. (2010a) pekar på. En implikation av detta är att lärarfortbildningar kan behöva ta undervisningstraditioner i beaktande för att förhindra att nya idéer smälter in i det befintliga och det därmed blir ”mer av samma”, snarare än något nytt. Detta var utgångspunkten för delstudie två, där en fortbildning arrangerades för att undersöka hur undervisningstraditioner kan problematiseras när idéer kring undersökande arbete, så som de framkommer i den nv-didaktiska forskningslitteraturen och den rådande läroplanen, introducerades i en befintlig laborativ tradition.

Andra delstudien

Bakgrund

Överbrygga gap mellan läroplan och tradition

Om vi tar teorin om selektiva traditioner i beaktande innebär det att man inte bara kan bortse från att det redan finns etablerade idéer inom en tradition när man vill införa något nytt. Även om lärarna ges stor frihet att själva bestämma syften och innehåll, kommer starka traditioner oavsett att reducera utvecklingsmöjligheterna för lärarna (Wickman, 2014). Rådande idéer kan därför utöva stort inflytande över om och hur nytt kunskapsinnehåll införlivas. Ett viktigt syfte för ämnesdidaktisk forskning är därför att göra lärarna kritiskt medvetna om att det finns andra möjligheter än dem som föreslås av traditionen. I linje med detta har Gyllenpalm et al. (2010a) bidragit till att synliggöra hur undersökande arbete tolkats och artikulerats i den svenska undervisningspraktiken. Studien visar hur vanor och traditioner har bidragit till att idéer om undersökande arbete tolkas och omformas selektivt, och hur detta återspeglas i lärares antaganden om undersökande arbete. För att undvika att oreflekterade och förgivettagna idéer får leva kvar utan att utmanas föreslår Gyllenpalm et al. (2010a) att lärare får möjlighet att aktivt reflektera över den selektiva tradition de är en del av. En förutsättning för detta är att selektiva traditioner görs synliga. Flera studier har bidragit till detta genom att beskriva det lärare möter och gör i och utanför undervisningen (Gyllenpalm & Wickman, 2011a; Gyllenpalm et al., 2010a; Holmström et al., 2018; Högström et al., 2006; Johansson & Wickman, 2013).

Ifall lärare införlivas i en existerande praktik blir denna i de flesta fall den givna utgångspunkten för att tänka kring den egna verksamheten. Förståelser, procedurer och handlingsätt blir efterhand förtingligade (reifierade) och kan uppfattas som om de innehar en självständig existens (Wenger, 1998). Praktiken tas för givet och upplevs som självklart meningsfull. I enlighet med idén om selektiva traditioner ges nya idéer mening i relation till det som redan finns. Förändring av en pågående praktik kräver därför omförhandling av mening. På samma sätt framhåller Keys och Bryan (2001) att existerande skolkulturer och lärarnas röster behöver inkluderas för att skapa varaktig förändring. De argumenterar för en förändringsprocess där lärarna tillåts bidra till att konstruera innebörden av undersökande arbete med utgångspunkt i sin professionalitet och sina erfarenheter. Frågan blir då hur detta kan ske på ett systematiskt sätt utan att lärarnas förförståelse, i form av underliggande antaganden av nyckelidéer om

undersökande arbete, selektivt bidrar till att begränsa lärarnas förståelse av det nya.

När lärare planerar undervisning måste de alltid göra ett urval och eftersom detta kanske inte alltid sker systematiskt och öppet, utan snarare utifrån vana och tradition, finns det anledning att inom den ämnesdidaktiska forskningen erbjuda verktyg för lärare att synliggöra vilka underliggande premisser som ligger till grund för de val de gör och vilka andra val som skulle kunna vara möjliga att göra (Wickman, Hamza & Lundegård, 2018). En didaktisk modell är en begreppsapparat, utvecklat genom ämnesdidaktisk forskning, som beskriver vad lärare gör och hanterar i undervisningen. Modellen kan hjälpa lärare att resonera och argumentera kring didaktiska valalternativ, i både planering, genomförande och utvärdering av undervisning. Det är inte meningen att de ska ge färdiga svar på hur undervisning ska eller borde genomföras, men tillhandahåller olika möjliga svar på frågor om varför, vad eller hur man ska eller bör välja att undervisa ett visst innehåll till en specifik elevgrupp, men själva valen – ställningstaganden utifrån sammanvägda bedömningar – är lärarnas egna.

I denna studie har tre didaktiska modeller använts, vilka hämtats från: *Roberts (2007)*, *Bybee (2000)* och *Gyllenpalm och Wickman (2011a)*. De tre modellerna valdes för att de lyfter fram olika didaktiska valalternativ som har betydelse för hur man kan tänka kring syfte, innehåll och tillvägagångssätt i undersökande arbete. Roberts (2007) två Visioner tillhandahåller en övergripande begreppsapparat som kan användas för att reflektera kring innebörden av naturvetenskaplig allmänbildning. Därmed får lärarna användbara begrepp för att reflektera över det övergripande syftet med att eleverna ska lära sig ett specifikt innehåll, till exempel om det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär. Bybees (2000) modell synliggör tre olika kategorier av lärandemål för undersökande arbete: traditionellt ämnesinnehåll och kunskaper i och om naturvetenskapliga arbetssätten, och bidrar därmed till att lärare medvetet kan reflektera kring olika möjliga alternativa val av innehåll. Därmed får lärarna redskap att aktivt välja vilket specifikt innehåll de vill betona i en särskild aktivitet. Modellen som presenteras i Gyllenpalm och Wickman (2011a) tillhandahåller begrepp för att reflektera över skillnader mellan undersökande arbete som pedagogisk undervisningsmetod och vetenskaplig undersökningsmetod. Idéer kring undervisning och lärande har i många fall blandats ihop med idéer om hur forskare arbetar för att skapa ny kunskap, och modellen tillhandahåller begrepp

för att synliggöra och reflektera över viktiga skillnader och konsekvenser för val av innehåll och design av undersökande aktiviteter.

Lärofortbildning för att överbrygga gap

Det finns två ytterligheter i sättet att närma sig lärares professionella utveckling (Kennedy, 2005). Modeller för professionell utveckling kan å ena sidan vara kontextlösa tillvägagångssätt med fokus på kunskaper som externa aktörer menar behövs för att förbättra undervisningen, eller å andra sidan vara kontextspecifika tillvägagångssätt med utgångspunkt i en praxisgemenskap utan att ny formell kunskap introduceras. Den första varianten är en ovanifrån-och-ned-strategi och baserar sig på en överföringsmetafor där lärare som passiva mottagare får ny kunskap och nya färdigheter serverad av en expert (Richardson & Placier, 2001). Det är lärare som individer som ses som nyckeln till förändring (Little, 1993). Denna typ av fortbildning är ofta belägen utanför skolmiljön i form av fristående fortbildningsdagar, fortbildningspaket eller universitetskurser och involverar sällan den aktuella klassrumskontext lärarna befinner sig i. Det andra sättet kan beskrivas som en nedanifrån-och-upp-strategi där utvecklingsprocessen är initierad genom ett lokalt eller internt initiativ där lärare i gemenskap bestämmer dagordningen (Kennedy, 2005). Processen är integrerad i den autentiska, pågående, yrkesverksamheten och det tas hänsyn till att undervisningen är en komplex och kontextspecifik verksamhet som är ett resultat av en rad faktorer som ofta ligger utanför den individuella lärarens kontroll. Modellen omfattar inte nödvändigtvis någon ny formell kunskap utifrån, utan ny kunskap skapas inom gruppen med bas i individernas befintliga kunskap (Boreham, 2000). En modell för detta är Wengers (1998) praktikgemenskapsmodell där ett kollektiv av deltagare genom ett gemensamt engagemang skapar förståelse och kollektivt justerar sin verksamhet samt tillsammans utvecklar repertoarer, vanor och diskurser.

Hoban (2002) kontrasterar det kunskapsfokuserade tillvägagångssättet med låg grad av kontext mot ett kontextspecifikt tillvägagångssätt som inte inbegriper input av ny formell kunskap. Han argumenterar för att det inte är en ensidig förskjutning mot lärarcentrerade, kontextspecifika modeller som är lösningen, utan istället är en bättre balans mellan de två ytterpunkterna önskvärd. Fler har argumenterat för en fortbildningsmodell i linje med detta där tillvägagångssättet baseras på en utforskande process där lärarnas röster hörs och att de får stöd till att rekonstruera sin kunskap (Fraser, Kennedy, Reid & McKinney, 2007; Keys &

Bryan, 2001). När Harrison, Hofstein, Eylon och Simon (2008) i en översiktsartikel identifierade nyckelkomponenter för att skapa långsiktig förändring betonade de fortbildning som en kollegial undersökande process över tid. Beståndsdelar de identifierade var för det första att situera fortbildningen i en problembaserad kontext där ämnesinnehåll får en framskjuten plats. För det andra att lärarna får reflektera över varandras undervisning och förankrar diskussionen i klassrumskontexter, och för det tredje att de fokuserar på ett specifikt innehåll som de vill implementera så att de har tid att reda ut vilka aspekter av deras nuvarande praktik som måste anpassas, och hur detta kan uppnås.

Kopplar vi detta till idén om selektiva traditioner blir det alltså möjligt för lärarna att utmana och omförhandla innebörden av underliggande idéer som präglar den undervisningstradition de är en del av, samtidigt som de får möjlighet att utmana och förhandla om mening kring nyckelidéer som introduceras under en fortbildning, vilket är en avgörande komponent i en utforskande process för att skapa långsiktig förändring. En förutsättning för detta är att undervisningstraditionen görs explicit och att lärare får tid och möjlighet att reflektera över denna (Gyllenpalm et al., 2010a). Gyllenpalm et al. menar det kan vara särskilt viktigt att utmana selektiva traditioner när det gäller undersökande arbete i och med att det redan finns en etablerad tradition av praktiskt arbete. De menar även att diskussioner om undervisning blir mer fruktbara om man börjar med vilket lärandemål som är aktuellt, det vill säga ”vad-frågan”, för att sedan övergå till ”hur-frågan”. Gyllenpalm och kollegor framhäver värdet av att använda bestämda undervisningsmetoder för att betona bestämda lärandemål, så att dessa överensstämmer med varandra på ett konstruktivt sätt. Det finns dock argument för att börja i varför frågan. Det finns många syften associerat med praktiskt arbete och vikten av att explicit lyfta fram och skilja på dessa har betonats av många, exempelvis Hodson (2014) och Millar (2004). Om lärare är medvetna om vad de önskar att eleverna ska ha kunskapen till, kan de göra didaktiska val i relation till detta, det vill säga genom att välja kunskapsbetoningar och utforma aktiviteter i enlighet med målet (Hodson, 2014; Roberts, 1982). Lärare kan ställa sig frågan om vilka kunskaper om det naturvetenskapliga arbetsättets karaktär som kan vara lämpliga när medborgaren behöver förhålla sig till kontroversiell kunskap från forskningsfronten (Kolstø, 2001a; Ryder, 2001), vilket kan resultera i andra didaktiska val än om lärarna betonar inomvetenskapliga kunskaper utan kopplingar till hur dessa kunskaper ska användas i andra situationer. Det finns därför argument för att lärarna inte bara

behöver förhålla sig till vad- och hur-frågan när de ska införliva nya idéer, utan även till varför-frågan.

Fortbildningsprojektet PROFILES

PROFILES-projektet (<http://www.profiles-project.eu/>) var ett av en rad fortbildningsinsatser som skedde inom ramarna för olika nv-didaktiska fortbildnings- och forskningsprojekt finansierade av EU:s sjunde ramverksprogram (FP7) under 2010-talet. Detta var anslag som riktade sig till forsknings- och fortbildningsprojekt med betoning på att öka de naturvetenskapliga och tekniska ämnens relevans bland unga. Europakommissionens publikation *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the future of Europe* (2007) illustrerar hur en politisk ambition om att försörja arbetsmarknaden med naturvetenskaplig och teknisk kompetens var en viktig drivkraft bakom initiativen. I publikationen framgår det att viktiga incitament var stora internationella utvärderingar som kom fram till att det fanns en negativ trend i ungas intresse för naturvetenskap, i kombination med sjunkande intressen för att läsa vidare i högre utbildning inom naturvetenskap och teknik (OECD, 2006). EU-kommissionen hade redan initierat en rad nv-didaktiska forsknings- och fortbildningsprojekt mellan 2002-2006 i sjätte samverksprogrammet (FP6) med intentionerna att öka den naturvetenskapliga undervisningens relevans för elever. De fortbildningsprogram som sattes i första omgången, inom ramen för FP6, byggde på ett flertal pedagogiska idéer och angreppssätt. Efter en utvärdering av FP6-projekten lyftes särskilt två projekt, *Pollen* och *Sinus-Transfer*, fram som goda exempel (Rocard, 2007). Dessa fortbildningsprogram baserade sig på undersökande arbete (inquiry-based science education) och förespråkade en förskjutning från deduktiva till mer induktiva tillvägagångssätt i undervisningen i kombination med ökad användning av praktiskt arbete där eleverna själva får bidra till att ställa frågor och besvara dessa genom egna undersökningar. Slutsatsen från Rochard-rapporten blev upptakten till en ny våg av fortbildningsprojekt, finansierad inom ramen för FP7, och nu med undersökningens baserad undervisning som genomgående tema. Detta återspeglas även i PROFILES-projektets idéer och koncept.

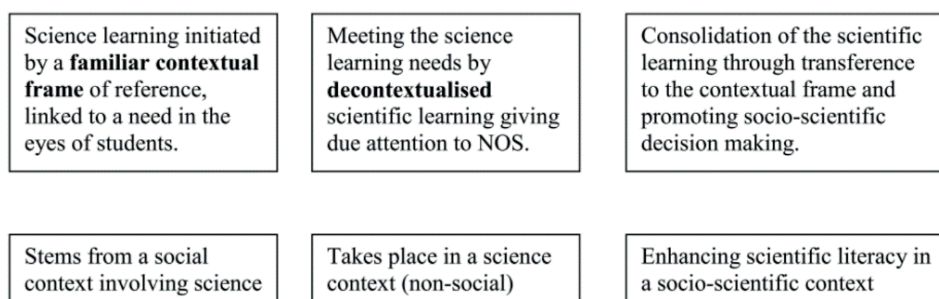
PROFILES är en akronym för *Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science* och namnet speglar betoningen på undersökningens baserad undervisning i kombination med en strävan efter att göra nv-ämnena mer relevanta för flera elever (Holbrook, 2014). Projektet var en

fortsättning av ett tidigare FP6-fortbildningsprojekt: *Popularity and relevance in science education for scientific literacy* (PARSEL), men nu även med starkare betoning på undersökande arbete i kombination med kontextbaserad undervisning. PROFILES-projektet genomfördes i över 20 länder under åren 2010-2014 med Freie Universitaet Berlin (FUB) som huvudkoordinator, där Karlstads universitet var en av deltagarna.

En av grundtankarna inom PROFILES-projektet var att förskjuta betoningen från *science through education* mot *education through science* (Holbrook & Rannikmae, 2007, 2009). De två begreppen lanserades för att tydliggöra skillnaden mellan angreppssätt som fokuserar på rena ämneskunskaper som undervisnings slutgiltiga mål, kontra alternativa angreppssätt som även betonar syften förknippad med naturvetenskaplig allmänbildning som undervisningens slutgiltiga mål. Begreppen är jämförbara med den distinktion som Roberts (2007) gör mellan Vision 1 och Vision 2 som presenteras i bakgrunden på sidan 20. Education through science-begreppet, tillsammans med inquiry-based science learning-begreppet, var därmed två av huvudingredienserna i den arsenal av ämnesdidaktiska idéer som projektet kretsade kring och som projektet eftersträvade att implementera i undervisningen runt omkring i Europa genom fortbildningsinsatser.

En viktig komponent i fortbildningsprojektet var en undervisningsmodul i tre steg (se Figur 3) (Holbrook & Rannikmäe, 2010). Ramverket riktade sig mot högstadie- och gymnasielärare och var ett planeringsverktyg för att strukturera och ge form åt kontext- och undersökningsbaserad undervisning, och som skulle knyta an till situationer och frågeställningar som var relevanta ur elevernas perspektiv (Holbrook, 2014, Holbrook & Rannikmäe, 2010).

The Contextualisation - Decontextualisation - Recontextualisation phase model



Figur 3. Översikt över PROFILES-projektets undervisningsmodul. Hämtad från Holbrook och Rannikmäe (2010).

I Figur 3 kan vi se att undervisningsmodulen är strukturerad i tre delar varav den första delen är ett scenario (kontextualisering) som ska utgå från en välkänd kontext för eleverna – en samhällsfråga med naturvetenskapligt innehåll – och som ska framkalla ett behov av mer kunskap. I det andra steget ska undervisningen lämna kontexten (dekontextualisering) för att fokusera på den naturvetenskapliga dimensionen av frågeställningen. Undervisningen ska ge eleverna tillgång till relevanta kunskaper, samtidigt som frågor som rör naturvetenskapens karaktär ska ges utrymme. Aktiviteten kan vara en systematisk eller en textbaserad undersökning som ska bidra med mer kunskaper för att hantera situationen i ursprungsscenario. I tredje och sista steget ska eleverna göra en återkoppling till ursprungsscenario (rekontextualisering) genom att ta ställning till samhällsfrågan med naturvetenskapligt innehåll. Detta ska samtidigt konsolidera det naturvetenskapliga lärandet genom att den nyförvärvade kunskapen måste överföras till en utomvetenskaplig kontext där den ska användas. Undervisningssekvensen ska ha en tidsomfattning på ungefär fyra till sex pass där rekommenderat tidsfördelning mellan de olika stegen motsvarar förhållande 1:2:1 och förutsätter därmed att undervisningssekvensen sträcker sig över flera lektioner. Denna trestegsmodul fungerade som en nav i fortbildningarna som arrangerades inom ramen för denna studie och fungerade som ett stöd för lärarna att konkretisera innehållet som fortbildningen kretsade kring, det vill säga undersökande arbete i ett allmänbildningsperspektiv.

Syfte

Delstudie 1 indikerar att lärarna är selektiva i hur de införlivat idéer kring undersökande arbete så som de skrivs fram i läroplanen. Det är därför intressant att undersöka hur selektiva traditioner kan utmanas på ett konstruktivt sätt i lärarfortbildningar om undersökande arbete.

Syftet med delstudie 1 är att bidra med ökade kunskaper hur selektiva traditioner kan utmanas på ett konstruktivt sätt i lärarfortbildningar.

Metod

Design

Delstudie 2 bygger på den fortbildningsinsats som designades och arrangerades av forskarna i denna studie. Fortbildningen arrangerades inom ramen för ett Europeiskt forsknings- och fortbildningsprojekt kallat PROFILES, som tidigare beskrivits. I fortbildningen deltog femton frivilliga högstadielärare från sex olika skolor i samma storkommun. Detta var alltså inte samma lärare som i delstudie 1. Rekryteringen skedde via kommunens utvecklingsledare och riktade sig till högstadielärare. Fortbildningen arrangerades inom reglerad arbetstid och pengar var avsatta i kommunen för att ersätta eventuella vikariekostnader. Kursens omfång var 40 timmar, fördelat på fyra heldagar och två halvdagar, och genomfördes under ett skolår. Lärarna var fördelade i fem olika grupper med två till fyra lärare i varje grupp. De fick själva organisera sig i grupperna utifrån önskat ämne. Varje grupp förväntades utveckla, implementera och utvärdera en PROFILES trestegsmodul. Den skriftliga planeringen skulle delas med de andra deltagarna under sista träffen.

En viktig idé i fortbildningen var att synliggöra idéer som kännetecknar den svenska laborativa undervisningstraditionen och låta lärarna reflektera över dessa i relation till de idéer som introducerades under fortbildningen. Detta var en idé hämtad från Gyllenpalm et al. (2010a). Fortbildningen som skapades syftade till att explicit beskriva aspekter av den befintliga laborativa undervisningstraditionen och problematisera potentiella spänningar som finns mellan denna och undersökande arbete så som det beskrivs i den nv-didaktiska litteraturen. En särskild betoning var att framhäva betydelsen av att skapa överensstämmelse mellan syfte, innehåll och aktiviteter, och att olika innehåll och syften kräver olika typer av aktiviteter (Gyllenpalm et al., 2010a). För att göra detta behövde olika syften förknippad med undersökande arbete synliggöras och urskiljas (Bybee, 2000; Gyllenpalm et al., 2010a; Hodson, 2014). Lärarna hade autonomi för att själva avgöra när olika typer av undervisningsaktiviteter var lämpliga i relation till syfte och innehåll och fick utforska konsekvenser av detta genom att planera egna aktiviteter i lärargrupper. Det var en strävan efter att synliggöra variationen av syften som kan finnas med praktiskt arbete mer generellt, och därefter undersökande aktiviteter mer specifikt, och relatera detta till hur dessa kommer till uttryck i tradition, läroplan och nv-didaktisk forskning. I fortbildningen kopplades trestegsmodulen som ingick i PROFILES-projektet (se Figur 3) till

syftestexten i den rådande läroplanen för att förankra fortbildningen i de svenska styrdokumentet och konkretisera möjliga innebörder av skrivningarna (se Tabell 3).

Tabell 3. Koppling mellan PROFILES trestegsmodul och syftestext i läroplanen utifrån ämnet fysik (Skolverket, 2011, s. 127).

	Stadier i modulen	Syftestext Lgr11 (fysik som exempel)
1	Scenario Eleverna engageras i en vardags- eller samhällsfråga med naturvetenskapligt innehåll. Scenariot ska ge upphov till undersökningsbara frågor.	... eleverna [ska] ges förutsättningar att hantera praktiska, etiska och estetiska valsituationer som rör energi, teknik, miljö och samhälle.
2	Undersökande arbete Eleverna gör en systematisk undersökning (och eventuella textbaserade undersökningar) för att få större klarhet i vardags- eller samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll.	Vidare ska undervisningen ge eleverna förutsättningar att söka svar på frågor med hjälp av både systematiska undersökningar och olika typer av källor. På så sätt ska undervisningen bidra till att eleverna utvecklar ett kritiskt tänkande kring sina egna resultat, andras argument och olika informationskällor. Genom undervisningen ska eleverna också utveckla förståelse för att påståenden kan prövas och värderas med hjälp av naturvetenskapliga arbetsmetoder.
3	Argumentera, ta ställning och kommunicera Eleverna återkopplar till vardags- eller samhällsfrågan i ursprungsscenariot och använder då kunskaper från det undersökande arbetet.	På så sätt ska undervisningen bidra till att eleverna utvecklar ett kritiskt tänkande kring sina egna resultat, andras argument och olika informationskällor. Undervisningen ska ge eleverna möjligheter att använda och utveckla kunskaper och redskap för att formulera egna och granska andras argument i sammanhang där kunskaper i fysik, har betydelse.

I fortbildningsprojektet gavs föreläsningar om naturvetenskaplig allmänbildning, samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll, naturvetenskapens arbetssätt och undersökande arbete. Ett särskilt fokus låg på läroplan och tradition och hur skillnader mellan idéer som genomsyrar dessa skulle kunna medföra spänningar som resulterade i problematiska konsekvenser. Detta var en följd av tidigare fynd som gjordes i delstudie 1 där det visade sig att lärarna hade tolkat idéer kring undersökande arbete i läroplanen selektivt. Ett annat genomgående tema var tre didaktiska modellerna från Roberts (2007), Bybee (2000) och Gyllenpalm och Wickman (2011a). Lärarna fick mycket reflektions- och planeringstid i grupperna, dels för att få möjlighet att reflektera på djupet över underliggande idéer kring undersökande arbete och dels för att artikulera och konkretisera nya insikter

genom att planera konkreta undervisningsupplägg. Översikt över fortbildningen finns i Tabell 4.

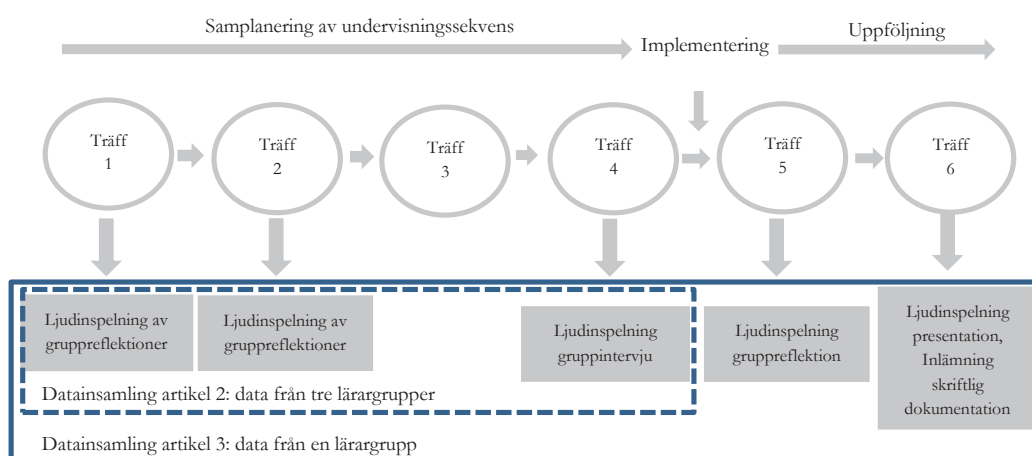
Tabell 4. Översikt över fortbildningens innehåll.

Träff	Tid (t)	Innehåll och aktiviteter
1	8	En extern föreläsare gav en historisk översikt över begreppet naturvetenskaplig allmänbildning i grundskolan (Scientific Literacy) medan en annan föreläste om samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI). Ordinarie fortbildare gav införing i kontext- och undersökandebaserad undervisning. PROFILES trestegsmodul blev introducerad som ett ramverk för att undervisa kontext- och undersökandebaserad med syften och innehåll kopplat till medborgarbildning och innehåll om det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär. Kursplanens syftestext som handlar om allmänbildning och undersökande arbete kopplades till trestegsmodulens olika steg. Gruppreflektioner kring syfte, innehåll och syften med undersökande arbete med utgångspunkt läroplan och modul. Avslutningsvis fick lärarna spåna idéer till en modul.
2	8	Ordinarie fortbildare föreläste om undersökande arbete med kopplingar till läroplan, nv-didaktisk litteratur, dels med fokus på didaktiska modeller, selektiva traditioner och dels en fördjupning om det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär. En extern person föreläser om samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll och kontextbaserad undervisning. Gruppreflektioner kring syfte, innehåll och syften med undersökande arbete. Halva dagen var avsatt för att fortsätta planera modul inom grupperna.
3	8	Extern föreläsare höll föreläsning om bedömning inom kontext- och undersökandebaserad undervisning. Ordinarie fortbildare föreläste om naturvetenskapliga arbetssätt och undersökande arbete. Lärarna fick disponera största delen av tiden för planering i grupper.
4	8	Lärarna fick hela dagen för att planera och fullföra modulen. Denna skulle nu genomföras i den egna undervisningen inför nästa träff.
5	4	Tid inom grupperna att reflektera över utfallet av genomförande. Del av reflektioner skulle de använda didaktiska modeller. Fick förbereda presentation och tid att dokumentera.
6	4	Grupperna presenterade moduler för varandra samt erfarenheter och egna reflektioner kring dessa. Moduler delades med de andra.
Totalt	40t	

Datainsamling och dataanalys

Alla lärare i fortbildningen som deltog i studien var behöriga lärare i två eller fler no-ämnen och de hade mellan 13 och 28 år erfarenhet. Av de tio lärare som valde att ingå i studien var lika många kvinnor som män. Lärargrupperna bestod av lärare från sex olika skolor. Datainsamling skedde under alla träffar förutom den tredje, då lärarna fick disponera tiden själva. Datainsamlingen bestod av ljudinspelningar från gruppintervjuer och gruppreflektioner samt skriftlig dokumentation av den färdiga planeringen av undervisningssekvensen (se

Figur 4).



Figur 4. Översikt över datainsamling. De grå boxarna representerar specifika datainsamlingar.

Det genomfördes totalt fem ljudinspelningar. Skriftlig dokumentation samlades in efter sista tillfället. I artikel 2 används data från träff 1, 2, och 4, medan det i artikel 3 används data från hela fortbildningen. I den första av de två artiklarna studeras tre grupper, medan i den andra artikeln studeras endast en av grupperna. Lärargrupp B i artikel 2 är identisk med gruppen som följs i artikel 3. En översikt och kort sammanfattning av de olika fortbildningstillfällena för datainsamlingen finns i Tabell 5.

Tabell 5. Översikt över datainsamlingstillfällena för delstudie 2.

Träff	Aktivitet	Beskrivning
1	Reflektion 1	Lärarna reflekterar kring likheter och skillnader mellan läroplan, trestegsmodulen och den egna undervisningen.
2	Reflektion 2	Lärarna får använda de tre didaktiska modellerna för att reflektera kring några korta lärarcitat från en tidigare fortbildning samt sin egen undervisning i relation till de tre didaktiska modellerna.
4	Intervju	Semistrukturerat gruppintervju kring syfte, innehåll och utformning av undersökande arbete.
5	Reflektion 3	Lärarna reflekterar över genomförande av trestegsmodulen. De använder en guide (didaktiska modeller).
6	Redovisning	Lärargruppen presenterar muntligt sin modul för de andra grupperna.
7	Skriftlig planering	Lärarna lämnar in en gemensam skriftlig planering av sin undervisningssekvens.

I första studien utgick analysen från att identifiera ställen där lärare dels gjorde uttalanden som relaterade till syften, innehåll eller aktiviteter kring sin nuvarande praktik, dels förhandlade om detta inom gruppen, och dels där de gjorde uttalanden om ny förståelse. Analysen var tematisk (Braun & Clarke, 2006).

I andra studien användes de tredidaktiska modellerna från Robert (2007), Bybee (2000) och Gyllenpalm (2010) för att identifiera ställen där lärarna explicit eller implicit tog upp teman relaterat till de tre didaktiska modellerna. Analysen var därmed deduktiv. Roberts (2007) användes för att synliggöra förändringar i synen på det övergripande syftet med undervisning, Bybee (2000) för att synliggöra förändringar i synen på vad som är ett innehåll i undersökande arbete och Gyllenpalm and Wickman (2011) för att synliggöra förändringar i synen på vad undersökande arbete refererar till, det vill säga skillnaden mellan undersökande arbete som en pedagogisk metod för att undervisa traditionellt ämnesinnehåll och som forskningsmetoder som eleverna ska lära sig något om.

På samma sätt som delstudie 1 har delstudie 2 genomförts med hänsyn till de fyra forskningsetiska kraven som Vetenskapsrådet (2017) tagit fram: informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet.

Resultat

Resultatet från de två artiklarna som ingår i delstudie 2 presenteras individuellt, men kommer behandlas samlat i diskussionsdelen.

Omförhandling av mening med laborationer

Resultatet i artikel 2 beskriver tre olika lärargrupperns respons på fortbildningsprojektet. När lärarna under gruppreflektioner refererade till sin befintliga praktik framkom det att laborationer främst användes för att undervisa traditionellt ämnesinnehåll, förmedla laborativa färdigheter och bidra till affektiva aspekter. Undersökande arbete – det som i läroplanen betecknas som systematiska undersökningar – omtalades som pedagogiska undervisningsmetoder för att undervisa traditionellt ämnesinnehåll, snarare än som ett sätt att undervisa om naturvetenskapliga arbetsmetoder. De hade tagit intryck av hur undersökande arbete genomförs på nationella proven i syfte att bedöma elevernas förmåga att planera, genomföra och utvärdera systematiska undersökningar, och imiterade detta tillvägagångssätt i sin egen undervisning,

men i bedömning var det elevernas förmåga att använda teori för att dra de rätta slutsatserna som var det väsentligaste för lärarna. Detta indikerade att idéer i läroplanen, förknippade med undersökande arbete, hade tolkats selektivt och därigenom anpassats till lärarnas traditionella undervisning. I två av grupperna utmanade lärarna sina idéer kring syftet med undersökande arbete. Detta bidrog till att spänningen mellan idéer kring undersökande arbete i undervisningstradition i jämförelse med läroplanen blev mer explicit för lärarna. Lärarna började förhandla om nya innebörder av praktiskt arbete, där innehåll förknippade med det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär synliggjordes. De började därför urskilja fler olika syften och skapade konsensus kring behovet av att separera mellan olika typer av aktiviteter och forma dessa i enlighet med bestämda syften. I den tredje gruppen kretsade samtalet kring hurfrågan, det vill säga utformning av undersökande arbete, istället för varför- och vad- frågan. Denna grupp utmanade därför inte explicit sina idéer kring syfte och innehåll med undersökande arbete.

I de två grupperna som explicit utmanade idéer kring undersökande arbete, började lärarna göra en åtskillnad mellan systematiska undersökningar som undervisningsmetod och som ett innehåll. De betonade att det fanns olika syften med undersökande arbete och därigenom olika innehåll som kan eftersträvas i olika typer av aktiviteter. Det fanns en enighet om att det inte behöver finnas en konflikt mellan olika syften, utan det handlar om att forma en aktivitet i enlighet med syftet. Detta framkom även i den undervisningssekvens de hade tagit fram, där de primärt fokuserade på innehåll förknippat med det naturvetenskapliga arbetssättet. Det fanns därmed en klar länkning mellan syfte, innehåll och aktivitet. I den sista gruppen betonades främst kunskaper om traditionellt ämnesinnehåll som det primära syftet, samtidigt som lärarna skapat en aktivitet med många likheter med de två första grupperna. I denna grupp blev det tydligt att de inte separerade specifika syften när de utformade aktiviteten. De betonade pedagogiska mål som att undervisa traditionellt ämnesinnehåll, samtidigt som de eftersträvade aktiviteter som skulle spegla hur forskare arbetar. Det fanns därmed ingen klar länkning mellan syfte, innehåll och aktivitet.

Från implicit till explicit med didaktiska modeller

I artikel 3 var syftet dels att synliggöra selektiva traditioner som en viktig variabel när idéer om undersökande arbete introduceras och dels beskriva hur didaktiska modeller kan användas för att utmana selektiva traditioner på ett konstruktivt

sätt. Studien grundar sig på datamaterial från en lärargrupp för att illustrera detta. I början av fortbildningen fanns många exempel på selektiva tolkningar av de idéer kring naturvetenskaplig allmänbildning och undersökande arbete som introducerades parallellt med trestegsmodulen. Lärarnas tolkningar präglades av ett tankesätt där betoningen på traditionella ämneskunskaper var dominerade och detta genomsyrade hur andra idéer tolkades. Efterhand blev lärarna i den gruppen vi fokuserade på mindre selektiva i tankesättet och de fick syn på och kunde urskilja, andra idéer kring syfte och innehåll än de som tidigare dominerat deras reflektioner. I denna process spelade de tre didaktiska modellerna en avgörande roll. I Roberts didaktiska modell synliggörs två olika visioner kring allmänbildning, och denna modell användes för att få lärarna att reflektera kring innebörden av naturvetenskaplig allmänbildning. Lärarna tog aktivt stöd av Roberts didaktiska modell och fick allteftersom högre medvetenhet om olika perspektiv på naturvetenskaplig allmänbildning, från att främst associera det med inomvetenskapliga kunskaper till att även betrakta undervisning om till exempel samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll som ett eget innehåll. På liknande sätt bidrog de två andra didaktiska modellerna till att lärarna blev explicit medvetna på olika lärandemål med undersökande arbete och skillnaden mellan systematiska undersökningar som pedagogisk undervisningsmetod och som något som refererar till ett naturvetenskapligt arbetssätt.

De nya insikterna gav didaktiska konsekvenser i val av syfte, innehåll och utformning när lärarna utvecklade en undervisningsmodul med syfte att engagera eleverna i en samhällsfråga med naturvetenskapligt innehåll och undersökande arbetssätt. De skulle då planera, genomföra och utvärdera en undersökning med syftet att lära sig om det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär, medan traditionellt ämnesinnehåll var mer nedtonad för att tydliggöra att kunskaper om vetenskapliga arbetsmetoder stod i centrum. För att göra innehållet explicit för eleverna planerade lärarna metadiskussioner för att dra paralleller till hur forskare gör och varför de gör som de gör. Lärarna var därför explicita med att planera hur de tänkte undervisa det specifika innehållet, inte bara hur de skulle involvera eleverna i undersökningar.

Diskussion

Gyllenpalm et al. (2010a) menar att det kan vara särskilt viktigt att utmana selektiva traditioner när det gäller undersökande arbete, i och med att det redan finns en etablerad tradition av praktiskt arbete som associeras med undersökande arbete. I denna fortbildning önskade vi att adressera detta för att undvika att de

idéer som introducerades skulle absorberas in i det befintliga och omformas till mer av vad som redan finns. Denna delstudie visar att lärarnas sätt att tolka undersökande arbete var selektivt i början av fortbildningen i enlighet med delstudie 1 och Gyllenpalm et al. (2010a). En grund till detta kan vara att syften med undersökande arbete var implicita för lärarna och att de därmed till exempel betonade pedagogiska mål som att undervisa traditionellt ämnesinnehåll, samtidigt som de utformade aktiviteter som skulle spegla hur forskare arbetar, utan att detta problematiserades. Detta medförde en konflikt mellan syfte, innehåll och utformning av aktiviteter, där länken mellan dessa inte var konstruktiv (Millar, 2004). För att göra olika syften mer explicita planerades fortbildningen så att lärarna fick input i form av föreläsningar för att synliggöra spänningar mellan undervisningstradition och läroplan, fick bearbeta detta genom gruppreflektioner, samt fick konkretisera nya insikter genom samplanering. I denna process fick lärarna ta hjälp av didaktiska modeller, i enlighet med hur Wickman et al. (2018) beskriver dessa som reflektionsverktyg för didaktisk analys och design av undervisning. Detta skulle utmana potentiella konflikter som finns när syften som inte är kompatibla med varandra betonas i en och samma aktivitet och bidra till att göra denna konflikt explicit. Två lärargrupper separerade efterhand väldigt explicit mellan olika syften och kunde därigenom rikta aktiviteter mot specifika syften. Detta gjorde att det blev större harmoni mellan aktiviteten syfte, innehåll och utformning. Mening inom praktiken omförhandlas på ett fruktbart sätt (Wenger, 1998). Fortbildningen möjliggjorde därför för omförhandling av underliggande idéer kring syften, innehåll och utformning kopplat till undersökande arbete och därmed omförhandling av hur praktiken skall bedrivas. Didaktiska modeller visade sig alltså vara ett effektivt verktyg för att bidra till detta genom att ge begrepp och ett systematiskt tillvägagångssätt för att analysera och designa undervisning. Dock visade det sig att en av grupperna höll kvar vid en selektiv tolkning av idéer associerade med undersökande arbete. Detta visar hur nya idéer även kan absorberas in i det befintliga och anpassas till det som redan finns utan att något ändras i grunden och bekräftar därmed att selektiva traditioner kan vara väldigt starka, och därmed en viktig variabel när idéer om undersökande arbete introduceras.

Tredje delstudien

Bakgrund

Vilken funktion praktiskt arbete har tillskrivits varierar inom den nv-didaktiska litteraturen (Hofstein & Kind, 2012). Olika idéer kring syfte, innehåll och tillvägagångssätt har förespråkats under olika tider. Från *discovery learning* som syftar till att undervisa traditionellt ämnesinnehåll och bygger på induktiva antaganden förknippad med positivism, till sociokulturella idéer kring vetenskap och lärande där eleverna ska delta i kunskapskulturer som bygger på premisserna som kännetecknar naturvetenskapliga verksamheter (Hofstein & Kind, 2012). Mycket betoning läggs på produktion av data, argumentation och förhandling (Osborne, 2015). I skolans undervisning är det dock fortfarande prioriterat att producera fenomen genom receptlaborationer och att legitimera praktiska aktiviteter genom att de ska bidra till begreppsligt lärande av traditionellt ämnesinnehåll (Abrahams & Millar, 2008; Högström et al., 2006). Trots ihållande kritik från det nv-didaktiska forskningsfältet där traditionell laborativ undervisning anses både ineffektivt för lärande och missvisande för att illustrera naturvetenskapliga arbetsmetoder, insisterar lärare på fortsatt låta elever producera fenomen genom receptlaborationer (Hofstein & Kind, 2012). Skiftande argument kring det praktiska arbetets roll och hur det bäst kan genomföras har därmed framförts utan att det etablerats och förankrats en gemensam förståelse mellan skolpraktiken och det nv-didaktiska forskningsfältet. Istället medför fundamentala skillnader i grundantaganden mellan praktiken (lärarna) och akademien (nv-didaktiska forskningsfältet) olika svar på frågor om syfte, innehåll och utformning av praktiskt arbete i nv-undervisningen.

Förskjutningar av idéer kring praktiskt arbete

För att förstå diskrepansen mellan det nv-didaktiska fältet och skolpraktiken i synen på praktiskt arbete kan det vara värdefullt att reflektera över hur stora förändringar som skett under de senaste decennierna. Det finns idéförskjutningar inom tre områden som haft stort inflytande på de sista decenniernas diskussioner kring syfte, innehåll och utformandet av praktiskt arbete i den nv-didaktiska litteraturen. För det första har det genom åren skett en stor förskjutning i synen på hur ny kunskap tas fram och etableras i naturvetenskapen. Detta är en utveckling som sträcker sig från logiska positivisternas idéer om verifikation, Poppers (1959) idéer om falsifikation, Kuhns (1962) idéer om paradigms till Pickerings (1995) idéer om mangling och Latours (2005) idéer om aktörer och nätverk. De vetenskapsteoretiska premisserna som den ämnesdidaktiska

forskningslitteraturen har utgått ifrån har haft stor betydelse för vilken roll arbetsformen tillskrivits i undervisningen och vad som ansetts vara befogat att eftersträva och förvänta sig både när det gäller lärandet och kunskapsbetoning, till exempel i vilken grad praktiska aktiviteter kan spegla hur ny kunskap tas fram eller på vilket sätt elevobservationer kan bidra till begreppsligt lärande.

För det andra har det skett en förskjutning i synen på lärandet. Behavioristiska idéer om kunskapsöverföring, individkonstruktivistiska idéer om assimilation och ackommodation, sociokulturella idéer om mediering och pragmatiska idéer om lärande i handling, har präglat debatten kring vad praktiska aktiviteter syftar till och hur de ska utformas. Det är något som återspeglats i skilda tillvägagångssätt som *discovery learning*, *predict-observe-explain*, *inquiry-based science teaching* och *scientific practises*. De olika angreppssätten speglar olika pedagogiska premisser och är nära förknippade med de idéer kring lärande som varit förhärskande vid olika tidpunkter (Hofstein & Kind, 2012).

En tredje förskjutning är synen på vad en allmänbildande nv-undervisning i den obligatoriska skolan innebär. Från att undervisningen främst betonat inomvetenskapliga kunskaper och tankesätt, finns nu en större betoning på att välja innehåll och arbetssätt i relation till medborgarnas behov för att hantera komplexa frågor i vardag och samhället med naturvetenskapligt innehåll (Roberts & Bybee, 2014). För att få förutsättningar för att kritiskt hantera naturvetenskapliga kunskapspåståenden med varierande grad av säkerhet i argumentation som rör kontroversiella frågeställningar, ofta med kopplingar till intressekonflikter, behöver eleverna kunskaper om naturvetenskapens karaktär (Kolstø, 2001a; Ryder, 2001). Detta aktualiserar frågor om hur kunskap skapas och etableras inom naturvetenskapen och det blir relevant att fråga sig vilket kunskapsteoretiskt fundament som är mest fruktbar för att förbereda eleverna på att hantera den naturvetenskapliga kunskapen de möter utanför skolan. Denna förskjutning i synen på allmänbildning tillsammans med ändringar i synen på lärande och på den naturvetenskapliga kunskapsproduktionen har resulterat i stora ändringar i synen på syfte, innehåll och utformande av praktiskt arbete inom det nv-didaktiska forskningsfältet. Detta har bland annat kommit till uttryck i en starkare betoning på naturvetenskapens argumentativa karaktär.

Praktiskt arbete i nv-didaktisk forskning: produktion av kunskap

På slutet av nittiotalet började intresset för naturvetenskapens argumentativa karaktär växa i det nv-didaktiska forskningsfältet och detta ansågs snabbt även vara centralt för praktiskt arbete (Driver, Newton & Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). Efterhand växte ett större intresse för naturvetenskap som kunskapskultur fram, och därmed även vad som kännetecknar utvecklingen och evalueringen av naturvetenskaplig kunskap (Duschl & Osborne, 2002). Inspirerad av sociokulturella idéer började nu naturvetenskapligt lärande starkare förknippas med att införliva elever i naturvetenskapliga praktiker associerad med att producera, kommunicera och evaluera kunskap (Kelly, 2008; Sandoval & Reiser, 2004). Parallellt med detta började forskare på fler håll allt starkare betona betydelsen av kunskaper om naturvetenskapens och naturvetenskapliga arbetssättets karaktär för att hantera och ta ställning till information och argument med naturvetenskapligt innehåll i sammansatta och kontroversiella samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (Roberts, 2007). Eleverna måste då få begreppslig kunskap om vad som kännetecknar det naturvetenskapliga arbetssättet och dess karaktär. Fler har argumenterat för att praktiskt arbete kan bidra med denna typ kunskap om det naturvetenskapliga arbetssättet (Hodson, 2014; Knain & Kolstø, 2011; J. S. Lederman et al., 2014). I en genomgång av nv-didaktisk forskningslitteratur finner Hardahl, Wickman och Caiman (2019) att det nv-didaktiska fältet nästan uteslutande betonar processer i praktiskt arbete som involverar de epistemologiska processerna som behövs för att gå från data till evidens och den centrala rollen naturvetenskapliga begrepp och teorier spelar i denna process, medan produktion av fenomen i stort sätt är frånvarande. När produktion av fenomen nämns betraktas detta som ett innehåll av lågt värde (Hofstein & Kind, 2012; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007; Osborne, 2014).

Praktiskt arbete för att illustrera hur teorier kan förklara observationer

Praktiska aktiviteter i skolan handlar traditionellt i stor grad om att engagera elever i att följa receptlikande instruktioner för att producera fenomen och därigenom göra observationer som verifierar konklusioner presenterade av lärare eller i läroböcker (Lunetta et al., 2007). Interaktionerna mellan elev och lärare präglas av frågor och svar om procedurer, medan succékriteriet för en praktisk aktivitet är huruvida eleverna lyckas producera ett tänkt fenomen (Abrahams & Millar, 2008). Forskningslitteraturen indikerar därmed att lärare är effektiva i att få elever att genomföra receptliknande aktiviteter i syfte att producera fenomen

och att detta är något som anses ha ett högt värde bland lärare (Hofstein & Kind, 2012; Lunetta et al., 2007). I och med att produktion av fenomen är centralt inom vetenskapen, finns det argument för att det kan ha ett värde att elever själva får erfarenhet av att producera fenomen (Hardahl et al., 2019). Dock är en återkommande kritik att lärare inte ger eleverna tid och möjlighet att koppla det de gör med relevanta naturvetenskapliga idéer (Abrahams & Millar, 2008; Abrahams & Reiss, 2012; Osborne, 2015; Rod Watson, Swain & McRobbie, 2004). Den kritik som framförs bygger på idén om att naturvetenskap i första hand handlar om idéer, snarare än att göra experiment, och att detta även måste återspeglas i praktiska aktiviteter (Abrahams & Millar, 2008; Osborne, 2015). Abrahams och Millar (2008) observerade att lärare generellt var effektiva i att få eleverna att göra det som avsågs med fysiska objekt, men ineffektiva i att få eleverna att använda naturvetenskapliga idéer för att guida sitt handlande och reflektera över observationer. Lärarna gav liten hjälp för att koppla görandet med idéer, något som även återspeglades i att de inte planerade för hur eleverna skulle lära sig eller använda naturvetenskapliga idéer. De konkluderar med att lärarna hade en förenklad syn på lärandet där det fanns ett implicit antagande om att idéer skulle framträda ur observationer, snarare än att idéer behöver introduceras i förväg (Hofstein & Kind, 2012; Osborne, 2014).

Syfte

Skiftande argument kring det praktiska arbetets roll och hur det bäst kan genomföras har framförts inom det nv-didaktiska fältet, medan skolpraktiken till stor del varit oförändrat. Det har därmed inte etablerats och förankrats en gemensam förståelse kring vad som ska eftersträvas i praktiska aktiviteter och vilket vetenskapsteoretiskt fundament denna typ aktiviteter bör vila på. I denna delstudie presenteras ett alternativt kunskapsteoretiskt fundament som skulle kunna bidra till att överbrygga mellan de två positionerna. I denna artikel presenterar vi därför ett vetenskapsteoretiskt fundament för praktiskt arbete med utgångspunkt i Bhaskars (1975) version av *kritisk realism* och utforskar några konsekvenser av ett sådant byte.

Syftet med delstudien är att presentera en didaktisk modell för undersökande arbete specifikt, men också för naturvetenskaplig undervisning mer generellt, förankrat i ontologisk realism och illustrera hur detta skulle kunna ge fruktbara didaktiska konsekvenser.

Teoretiskt ramverk

Kritisk realism enligt Bhaskar

Roy Bhaskar utvecklar i boken *A realist theory of science* från 1975 grundtankarna i kritisk realism. Utgångspunkten för resonemanget är frågan om hur världen måste vara beskaffad för att det naturvetenskapliga experimentets roll i naturvetenskapen ska bli begripligt. Ifall naturen var regelbunden skulle experimentet vara överflödigt och forskarna skulle inte behöva gå omvägen om experiment för att identifiera universella lagsamband, utan i stället studera naturen direkt. För att komma undan denna motsägelse gör Bhaskar en distinktion mellan *öppna* och *slutna system* och mellan *fenomen* och *underliggande mekanismer*.

Öppna system representerar världen i stort där lagmässiga regelbundenheter är ytterst sällsynta, till skillnad från laboratoriets slutna system där forskaren noggrant planerar och kontrollerar betingelser som annars skulle ha oönskad inverkan. Bhaskar menar dock att experimentets slutgiltiga mål inte är att identifiera generaliserbara samband. Forskaren producerar fenomen i syfte att studera något annat, som han själv inte har producerat, nämligen de underliggande mekanismerna som genererar fenomen. Bhaskar gör därmed en ontologisk skillnad mellan fenomen å ena sidan, och de generativa mekanismerna å den andra. Han gör också skillnad på fenomen å ena sidan och observationer å den andra, för att poängtera att fenomen är företeelser som sker oberoende av om någon observerar dem eller inte. Dessa tre domäner namnger han som den empiriska, den faktiska och den verkliga (se Tabell 6).

Tabell 6. Tre domäner av verkligheten enligt kritisk realism (Bhaskar, 1975).

Empiriska	Observationer och erfarenheter.
Faktiska	Fenomen och begivenheter.
Verkliga	Strukturerade objekt och generativa mekanismer.

Mekanismer är resultatet av hur strukturerade objekt (till exempel vattenmolekylen) verkar och det är dessa som genererar mångfalden av begivenheter i världen.

I öppna system kan olika objekts mekanismer utlösa, blockera eller modifiera varandra och förhållande mellan mekanismer och dess observerbara konsekvenser är inte givna, utan alltid ett resultat av de specifika betingelser som råder i en unik situation. Det är därför nästan aldrig bara en mekanism som genererar en begivenhet, utan fler mekanismer samverkar, och det är omöjligt att veta exakt vilka mekanismer som är orsaken till en specifik händelse. Dessa mekanismer kan bara studeras indirekt, via fenomen, och det är detta som förklarar det yttersta syftet med experiment. Forskaren kan, genom att manipulera en avgränsad bit av naturen, studera mekanismer i en-till-en-förhållande till de fenomen de genererar, och därigenom konstruera felbara *teoretiska modeller* som beskriver *verkliga mekanismer*.

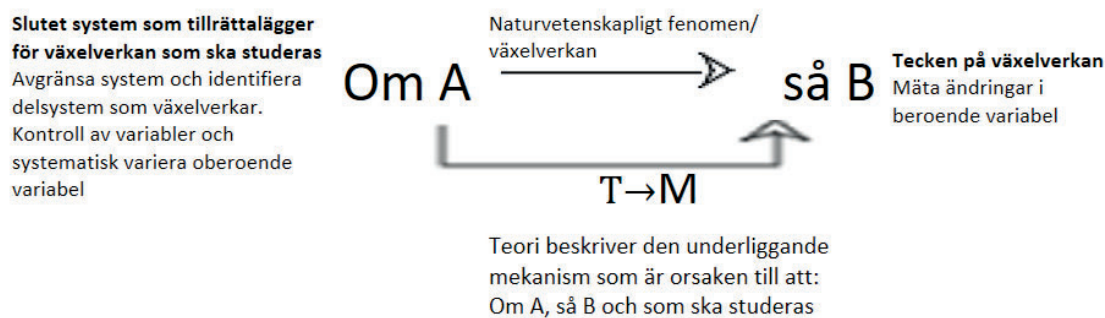
Begreppsapparat för praktiskt arbete förankrat i kritisk realism

Andersson (2008) introducerar begreppen *system* och *delsystem* för att synliggöra att begivenheter alltid är resultatet av att något *växlarverkar*. När eleverna observerar något är detta ett *tecken på växelverkan*, det vill säga att det finns delsystem som växelverkar på ett sätt som producerar en begivenhet. Eleven behöver därför *avgränsa ett system* för att identifiera möjliga delsystem som bidrar till växelverkan och använda detta som en ansats för att förklara den aktuella begivenheten. Andersson (2008) resonerar vidare att den föreslagna begreppsapparaten kan vara användbar i aktiviteter där eleverna ska göra kontrollerade experiment. De kan då skapa *slutna system* genom att avgränsa och identifiera delsystem och låta dessa växelverka. Mekanismer kan förklara det vi observerar och för detta behövs en teori. I Tabell 7 relateras Anderssons (2008) begreppsapparat till de tre domänerna i kritisk realism och tillhörande begrepp.

Tabell 7. Översikt över och relationen mellan begrepp inom kritisk realism och Anderssons (2008) begreppsapparat.

Domän	Kritisk realism	Andersson (2008)
<i>Empiriska</i>	observationer	tecken på växelverkan
<i>Faktiska</i>	fenomen	växelverkan system och delsystem
<i>Verkliga</i>	mekanismer	mekanismer

Distinktionen mellan *växelverkan* och *tecken på växelverkan* motsvarar den ontologiska skillnaden mellan *fenomen* och *observationer*. Distinktionen mellan *fenomen* och *mekanismer* motsvarar den ontologiska skillnaden mellan det som produceras i ett experiment och den underliggande verkligheten som vi inte har direkt tillgång till. En illustration av hur begreppen kopplar till experimentell aktivitet finns i Figur 5.



Figur 5. Översikt över hur begreppsapparaten relaterar till produktion av fenomen i praktiskt arbete i nv-undervisning.

I Figur 5 ovan ser vi en schematisk framställning över experimentell logik i produktion av fenomen med hjälp av begrepp hämtade från Andersson (2008) och logik från Bhaskars (1975) kritiska realism. I figuren görs en distinktion mellan fenomen (om A, så B) och underliggande mekanismer (M).

Diskussion

Kritisk realism och att förklara naturvetenskapligt i undervisningen

En återkommande kritik av praktiskt arbete är att eleverna inte får möjlighet att engagera sig i de naturvetenskapliga idéerna under tiden de utför de praktiska momenten (Abrahams & Millar, 2008; Osborne, 2015). Lärare planerar främst för vad eleverna ska göra med objekt medan teori är något som eventuellt tas in i efterhand för att förklara observationer (Abrahams & Millar, 2008). Idéer måste dock introduceras i förväg om eleverna ska kunna använda dem för att tänka och handla (Millar, 1998; Osborne, 2015; Solomon, 1998). I kritisk realism refererar modeller till reella underliggande mekanismer (Bhaskar, 1975). En konsekvens av detta är att modeller kan användas för att referera till den icke observerbara verkligheten bakom fenomenen som vi bara har indirekt tillgång till. Etablerade teorier kan därmed bli ett redskap för att låta eleverna göra kopplingar mellan det

observerbara och icke observerbara. En konsekvens av detta är att teori kan användas för att utforska verkligheten, det vill säga underliggande mekanismer. Hodson (1985) argumenterar för att låta elever testa konsekvenser av etablerade teorier. I så fall behöver eleverna känna till teorin i förväg (Solomon, 1999) och använda dessa för att resonera med, det vill säga få förutsättningar för att ”spela upp dem i fantasin” för att göra förutsägelser och ge förklaringar till det som händer i naturen (Harré, 1986; Johnson-Laird, 1983). I stället för att stanna i *relational-based reasoning* och därmed resonera i termer av empiriska regelbundenheter, kan detta bidra till en förskjutning mot *model-based reasoning, det vill säga att resonera med hjälp av naturvetenskapliga modeller* (Driver et al., 1996; Windschitl, 2004).

Kritisk realism och produktion av fenomen i undervisningen

Hardahl et al. (2019) menar att produktion av fenomen är en åsidosatt dimension av naturvetenskapen i det nv-didaktiska fältet och argumenterar för att produktion och stabilisering av fenomen bör betraktas som ett undervisningsinnehåll på samma sätt som med annat innehåll. Ett problem kan vara att det saknas en funktionell begreppsapparat för att kommunicera kring produktion av fenomen i ontologisk mening. När Hardahl et al. (2019, s. 872, min översättning) skriver att ”produktion av fenomen är i gränssnittet mellan världen och data” och att ”innan data kan samlas, måste världen transformeras till diskreta fenomen som kan samlas som data”, görs en distinktion mellan *världen, fenomen* och *data*, där fenomen omtalas som ett gränssnitt mellan världen och data. Bhaskars (1975) distinktion mellan *öppna* och *slutna system* och mellan *fenomen* och *mekanismer* skulle kunna vara till hjälp för att kommunicera kring produktion av fenomen. När elever ska producera ett fenomen behöver de skapa ett slutet system. För att uppnå detta behöver de skapa ett bestämt arrangemang och identifiera och avaktivera oönskade mekanismer genom kontroll av betingelser (Bhaskar, 1975). Detta kräver praktiskt, tekniskt och teoretiskt kunnande samt manuellt arbete. Processen kan inte planeras fullt ut i förväg, utan är ett växelspel mellan motstånd och anpassning där eleven måste testa sig fram i mötet med verkligheten. Det blir centralt att resonera kring felkällor för att avslöja möjliga störande mekanismer. Till allt detta behöver eleverna tillgång till teori för att kunna resonera kring underliggande mekanismer, både för att identifiera störande mekanismer och för att kontrollera dem. Teorier behöver då introduceras parallellt med görandet för att stödja elevernas handlande i arbetet med att få kontroll över fenomen. Sammanfattningsvis kan kritisk realism ge ett

fundament för att kommunicera kring vad vi gör och varför när vi producerar fenomen samt varför det är svårt att få saker att fungera som det ska.

Kritisk realism och produktion av kunskap i undervisningen

Bhaskar (1975) delar in den naturvetenskapliga processen i tre principiella steg. Det första steget handlar om att identifiera regelbundenheter. Det andra steget är att skapa modeller. Det sista steget är att testa mekanismernas realitet genom att modeller blir föremål för empirisk prövning. De tre stegen ska ses som principiella och förhållandet mellan det tre stegen är dialektisk där modeller modifieras och förfinas i takt med att ny data produceras och nya tolkningar görs. Denna uppdelning synliggör olika syften med experiment som kanske skulle kunna vara användbar för att blottlägga och utmana en ensidig betoning på aktiviteter som handlar om att identifiera regelbundenheter och som ofta resulterar i en empiristisk och induktiv logik i synen på kunskapsproduktion (Abrahams & Millar, 2008; Windschitl, 2004).

Överbrygga mellan skolpraktik och nv-didaktisk litteratur

I diskussionen ovan resonerar jag kring några konsekvenser av angreppssätt i olika dimensioner av praktiskt arbete, det vill säga aktiviteter som rör produktion av fenomen, produktion av kunskap och undervisning av traditionell ämneskunskap. En slutsats av studien är att begreppsapparaten kan bidra till att reflektera över olika dimensioner av praktiskt arbete och synliggöra varför olika typer aktiviteter kan ha en betydelsefull roll i praktiskt arbete för att undervisa eleverna om både naturvetenskapens karaktär, naturvetenskapens arbetssätt och naturvetenskapens begrepp och teorier.

Slutsatser

I denna avhandling undersöks vad som äger rum när idéer från nv-didaktisk forskningslitteratur introduceras i en undervisningstradition där andra syften och idéer dominerat under lång tid och hur gap mellan dessa kan överbryggas. Trots att studien är gjord inom en kontext som rör undersökande arbete, borde resultatet vara överförbart till andra sammanhang där det finns etablerade undervisningstraditioner, både i nv-ämnena och i andra skolämnen. Selektiva traditioner har identifierats i studier som rör till exempel undervisning för hållbar utveckling (Jensen & Schnack, 1997; Skolverket, 2001; Öhman, 2004; Östman, 1995), naturvetenskaplig undervisning mer generellt (Johansson & Wickman, 2013; Sund, 2016) och inom andra skolämnen som till exempel geografi och religion (Molin et al., 2015; Osbeck, 2017). Detta indikerar att selektiva traditioner är en betydelsefull variabel som det kan vara värt att uppmärksamma både för att förstå lärares tolkning av styrdokument, lärares didaktiska val och hur de responderar på lärarfortbildningar. I denna studie används begreppet didaktiska modeller som ett sätt att synliggöra och utmana specifika idéer inom selektiva traditioner. Didaktiska modeller har använts inom nv-didaktisk forskning (Wickman et al., 2018), men har även bredare nedslagsområden (Jank & Meyer, 2015). Resonemang och slutsatser kring didaktiska modeller borde därför vara överförbara till ämnesområden och fortbildningar som rör annan tematik än undersökande arbete och nv-undervisning. Några övergripande slutsatser av studien är:

- när det finns en väletablerad undervisningstradition inom en praktik, tenderar lärare att tolka nya idéer som introduceras selektivt, utifrån grundantaganden som den befintliga praktiken vilar på,
- selektiva traditioner är en variabel som kan påverka utfallet av lärarfortbildningar och det kan vara fruktbart att utmana dessa genom att göra dem explicita, så att lärarna får möjlighet att reflektera över de grundantaganden dessa vilar på i relation till nya idéer som introduceras,
- att underlätta för lärare att explicit separera olika syften kan bidra till att synliggöra didaktiska valalternativ och därigenom medverka till medvetna didaktiska val kring innehåll och undervisning länkade till specifika syften,
- kombinationer av didaktiska modeller kan vara ett stöd för lärare att reflektera kring och hjälper att synliggöra olika valalternativ kring syfte, innehåll och aktivitet och därmed bidra till att på ett konstruktivt sätt utmana underliggande antaganden som selektiva traditioner vilar på,

- kritisk realism är potentiellt ett alternativ till att utgöra ett vetenskapsteoretiskt fundament i skolans naturvetenskapliga undervisning som kan bidra till att överbrygga gapet mellan en konstruktivistisk utgångspunkt med antirealistiskt inslag som dominerar den nv-didaktiska litteraturen och vardagsrealism som dominerar i skolpraktiken,

Slutsatserna indikerar att selektiva traditioner är en betydelsefull variabel i fortbildningar. Detta ger argument för att dels fortsätta utforska selektiva traditioner i syfte att synliggöra dessa och dels att utforska hur denna variabel på ett fruktbart sätt kan bemötas i fortbildning och lärarutbildning. Vidare visar denna studie att didaktiska modeller är fruktbara i lärarfortbildningar för att introducera nya idéer. Fler studier har använt didaktiska modeller i forskningsprojekt tillsammans med lärare för analys och design av undervisning (Anderhag, Thorell, Andersson, Holst & Nordling, 2014; Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst, 2014) och det kan finnas ett stort värde i att fortsätta utforska hur didaktiska modeller, eller kombinationer av modeller, kan användas i lärarfortbildningar och lärarutbildning på olika sätt. I ljuset av denna studie kan särskilt didaktiska modeller som rör syften med undervisning och val av innehåll vara intressanta för att utmana selektiva traditioner och problematisera val av innehåll och undervisningsmetoder i relation till undervisningens övergripande syften. Innehållsfrågans betydelse och dess koppling till syftet med undervisningen är tidigare poängterat i litteraturen och en rad didaktiska modeller är framtagna som rör denna tematik (Biesta, 2011; Jensen & Schnack, 1997; Klafki, 2002; Roberts, 1982; Sjöström, Eilks & Talanquer, 2020; Wickman & Östman, 2002; Östman, 1998)

Vidare studier behövs för att utforska empiriskt hur kritisk realism och tillhörande begreppsapparat på ett konstruktivt sätt kan användas i nv-undervisning som vetenskapsteoretiskt fundament både i praktiskt arbete, men också mer generellt i nv-undervisning, till exempel för att problematisera förhållande mellan modeller, fenomen och verklighet. Intressanta frågor är dels hur lärare kan tillämpa detta ramverk, men också hur det fungerar i kommunikation med elever och i förlängningen av detta effekter på elevers lärande av naturvetenskap och förståelse av naturvetenskapens karaktär.

Implikationer

Lärarytbildning/läraryfortbildning:

En implikation av denna studie är att ta selektiva traditioner in som en betydelsefull variabel i lärarytbildning och läraryfortbildning och låta studenter få tid och möjlighet att reflektera över dessa i relation till idéer som introduceras. Didaktiska modeller kan då vara ett värdefullt verktyg som borde användas medvetet av läraryfortbildare och -ytbildare för att hjälpa lärare eller lärarytstudenter att systematiskt reflektera över sin praktik och bidra till ett språk för att synliggöra didaktiska valmöjligheter som de annars kanske inte skulle fått syn på. Ett gott exempel på didaktiska modeller i kombination med att göra selektiva traditioner explicita är Skolverkets modul *Naturvetenskapens karaktär och arbetsätt* (Angelin, Gyllenpalm & Wickman, 2017) där de kombinerar material som explicit synliggör den laborativa undervisningstraditionen i relation till idéer förknippade med undersökande arbete, samtidigt som de presenterar ett flertal didaktiska modeller som exempelvis rör *Fribetsgrader och undersökningsansatser* (Domin, 1999; Gyllenpalm et al., 2010a; Schwab, 1962), *Karaktärsdrag för naturvetenskapliga arbetsätt* (J. S. Lederman et al., 2014), *Explicit undervisning om naturvetenskapens karaktär och arbetsätt* (N. G. Lederman, 2006; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004), *Naturvetenskapliga kunskapsintressen* (Schwab, 1978) och *Karaktärsdrag för naturvetenskaplig kunskap* (N. G. Lederman, 2007). Detta material bygger på tanken att lärare eller lärarytstudenter reflekterar över sin egen praktik och över nya idéer som introduceras. Det är också ett exempel på hur myndigheter kan konkretisera styrdokument och utmana selektiva tolkningar av kursplaner.

Referenser

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969. doi:10.1080/09500690701749305
- Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035-1055. doi:10.1002/tea.21036
- Almqvist, J., Kronlid, D., Quennerstedt, M., Öhman, J., Öhman, M., & Östman, L. (2008). Pragmatiska studier av meningsskapande. *Utbildning och demokrati*, 17(3), 11-24.
- Almqvist, J., & Lundqvist, E. (2013). De nationella provens innehåll: vilken scientific literacy mäts i NO-proven? I E. Lundqvist, R. Säljö, & L. Östman (Red.), *Scientific Literacy* (ss. 101-118). Malmö: Gleerups.
- Anderhag, P., Thorell, H. D., Andersson, C., Holst, A., & Nordling, J. (2014). Syften och tillfälligheter i högstadie-och gymnasielaborationen: En studie om hur elever handlar i relation till aktivitetens mål. *NorDiNa*, 10(1), 63-76. doi:10.5617/nordina.862
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12. doi:10.1023/a:1015171124982
- Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an Organizing Theme for Science Curricula. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (ss. 807-830). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Andersson, B. (2008). *Grundskolans naturvetenskap: Helhetssyn, innehåll och progression*. Lund: Studentlitteratur.
- Andrée, M. (2005). Ways of using 'Everyday Life' in the science classroom. I B. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong, & H. Eijkelhof (Red.), *Research and the quality of science education* (ss. 107-116): Springer, Dordrecht.
- Andrée, M. (2007). *Den levda läroplanen: en studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan*. Doctoral Thesis, Stockholm: LHS Förlag.
- Angelin, M., Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2017). Didaktiska modeller. [Elektronisk resurs] I modulen Naturvetenskapens karaktär och arbetssätt. Stockholm: Skolverket. Hämtad från https://larportalen.skolverket.se/#/modul/2-natur/Gymnasieskola/509-Naturvetenskapens-karakter-arbetssatt/del_02/
- Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11(4), 361-375. doi:10.1023/A:1016042608621
- Bauer, H. H. (1994). *Scientific Literacy and the Myth of the Scientific Method*. Urbana: University of Illinois Press.
- Bhaskar, R. (1975). *A realist theory of science*. Hassocks: Harvester P.

- Biesta, G. (2004). Against learning. Reclaiming a language for education in an age of learning. *Nordic Studies in Education*, 23, 70-82.
- Biesta, G. (2011). *God utbildning i mätningens tidevarv*. Stockholm: Liber.
- 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. doi:10.1002/sce.3730780206
- Boreham, N. C. (2000). Collective professional knowledge. *Medical education*, 34(7), 505-506.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. doi:10.1191/1478088706qp063oa
- Bryman, A. (2012). *Social research methods*: Oxford university press.
- Bybee, R. W. (2000). Teaching Science as Inquiry. I J. v. Z. Minstrell, E. (Red.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, DC: AAAS.
- Bybee, R. W. (2004). Scientific inquiry and science teaching. I L. B. Flick & N. G. Lederman (Red.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning and Teaching Educations* (ss. 1-14). Dordrecht: Springer.
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. I N. G. Lederman & S. K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education. Vol II.*: New York: Routledge.
- Danielsson Thorell, D., Andersson, B., Jonsson, A., & Holst, A. (2014). Är det man ser det som sker? – En designbaserad studie av en laboration med elevens perspektiv i fokus. *Forskning om undervisning och lärande*(13), 5-29.
- DeBoer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press.
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543. doi:10.1021/ed076p543
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. doi:10.1002/(sici)1098-237x(200005)84:3<287::aid-sce1>3.3.co;2-1
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72. doi:10.1080/03057260208560187
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher*, 18(3), 4-10. doi:10.3102/0013189X018003004
- Fensham, P. J. (1988). Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. I P. J. Fensham (Red.), *Development and dilemmas in science education* (ss. 1-26). London: The Falmer Press.
- Fensham, P. J. (2000). Providing suitable content in the "science for all" curriculum. I R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Red.), *Improving science education: The contribution of research*. Buckingham: Open university Press.

- Fensham, P. J. (2004). Increasing the relevance of science and technology education for all students in the 21st century. *Science Education International*, 15(1), 7-26.
- Fraser, C., Kennedy, A., Reid, L., & McKinney, S. (2007). Teachers' continuing professional development: contested concepts, understandings and models. *Journal of in-service education*, 33(2), 153-169. doi:10.1080/13674580701292913
- Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2011a). "Experiments" and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. *Science Education*, 95(5), 908-926. doi:10.1002/sce.20446
- Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2011b). The Uses of the Term Hypothesis and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1993-2015. doi:10.1080/09500693.2010.538938
- 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. doi:10.5617/nordina.269
- 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. doi:10.1080/09500690902977457
- Hardahl, L. K., Wickman, P.-O., & Caiman, C. (2019). The Body and the Production of Phenomena in the Science Laboratory: Taking Charge of a Tacit Science Content. *Science & Education*, 28(8), 865-895. doi:10.1007/s11191-019-00063-z
- Harré, R. (1986). *Varieties of realism: a rationale for the natural sciences*. Oxford: Basil Blackwell.
- Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B.-S., & Simon, S. (2008). Evidence-Based Professional Development of Science Teachers in Two Countries. *International Journal of Science Education*, 30(5), 577-591. doi:10.1080/09500690701854832
- Hoban, G. F. (2002). *Teacher Learning for Educational Change*. Buckingham: Open University Press.
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12(1), 25-57. doi:10.1080/03057268508559922
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational philosophy and theory*, 20(2), 53-66. doi:10.1111/j.1469-5812.1988.tb00144.x
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135. doi:10.1080/0022027980280201
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553. doi:10.1080/09500693.2014.899722
- Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories *Second international handbook of science education* (ss. 189-207): Springer.

- Holbrook, J. (2014). The Philosophy and Approach on Which the PROFILES Project Is Based. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 4(1), 9-29.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362. doi:10.1080/09500690601007549
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2010). Contextualisation, de-contextualisation, recontextualisation—A science teaching approach to enhance meaningful learning for scientific literacy. I I. E. B. Ralle (Red.), *Contemporary Science Education – Implications from Science Education Research about Orientations, Strategies and Assessment* (ss. 69-82). Aachen: Shaker Verlag.
- Holmström, S., Pendrill, A.-M., Reistad, N., & Eriksson, U. (2018). Gymnasiets laborationsundervisning i fysik-mellan tradition och ändrade styrdokument. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 6(1), 1-21. doi:10.31129/LUMAT.6.1.220
- Hult, H. (2000). *Laborationen—myt och verklighet. En kunskapsöversikt över laborationer inom teknisk och naturvetenskaplig utbildning*. Linköping: Linköping University.
- Hultén, M. (2008). *Naturens kanon: Formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842–2007*. Doctoral Thesis, Stockholm: Stockholm University.
- Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2006). Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. *NorDiNa*, 2(5), 54-66. doi:10.5617/nordina.414
- Jank, W., & Meyer, H. (2015). *Didaktiske modeller: grundbog i didaktik*. Köpenhamn: Gyldendal.
- Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 703-710. doi:10.1080/095006999290363
- Jensen, B. B., & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163-178. doi:10.1080/1350462970030205
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. *Argumentation in science education. Science & Technology Education Library vol 35*, 3-27. doi:10.1007/978-1-4020-6670-2_1
- Johansson, A. M., & Wickman, P.-O. (2012). Vad ska elever lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet? - En analys av svenska läroplaner för grundskolan under 50 år. *NorDiNa (Nordic Studies in Science Education)*, 8(3), 197-212. doi:10.5617/nordina.528
- Johansson, A. M., & Wickman, P.-O. (2013). Selektiva traditioner i grundskolans tidigare år: Lärares betoningar av kvalitéer i naturvetenskapsundervisningen. *NorDiNa*, 9(1), 50-65. doi:10.5617/nordina.626
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

- Kelly, G. (2008). Inquiry, Activity and Epistemic Practice. I R. A. Duschl & R. E. Grandy (Red.), *Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation* (ss. 99-117). Rotterdam: Sense Publishers.
- Kennedy, A. (2005). Models of continuing professional development: a framework for analysis. *Journal of in-service education*, 31(2), 235-250. doi:10.1080/19415257.2014.929293
- 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. doi:10.1002/tea.1023
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. doi:10.1207/s15326985ep4102_1
- Klafki, W. (2002). *Dannelsesteori og didaktik : nye studier*. Århus: Klim.
- Knain, E. (1999). *Naturfagets tause stemme: diskursanalyse av lærebøker for natur-og miljøfag i et allmenndannelsesperspektiv*. Universitetet i Oslo, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kolstø, S. D. (2001a). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310. doi:10.1002/sce.1011
- Kolstø, S. D. (2001b). 'To trust or not to trust,...'-pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877-901. doi:10.1080/09500690117217
- Kolstø, S. D. (2006). Et allmenndannende naturfag: Fagets betydning for demokratisk deltakelse. *NorDiNa*, 2(3), 82-99. doi:10.5617/nordina.416
- Kolstø, S. D. (2010). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22(6), 645-664. doi:10.1080/095006900289714
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Latour, B. (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Milton Keynes: Open University Press.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social : an introduction to actor-network-theory*. Oxford: University Press.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94. doi:10.1002/(Sici)1098-237x(200001)84:1<71::Aid-Sce6>3.0.Co;2-C
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge university press.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83. doi:10.1002/tea.21125

- Lederman, N. G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. *Scientific Inquiry and nature of science*, 25, 301-317, vol.325, nr. IV. doi:10.1007/978-1-4020-5814-1_14
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (ss. 831-880): Lawrence Erlbaum Associates.
- Little, J. W. (1993). Teachers' professional development in a climate of educational reform. *Educational evaluation and policy analysis*, 15(2), 129-151.
- Lunde, T. (2019). Undersökande och verklighetsanknuten undervisning i ett allmänbildningsperspektiv. I K. Stolpe & G. Höst (Red.), *Kemi för alla: Bidrag från konferensen 1-2 oktober 2018 i Stockholm arrangerad av Kemilärarnas resurscentrum* (ss. 59-71). Linköping: Linköping University Electronic Press.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, P. (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. I S. Abell & N. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (ss. 393-442): Lawrence Erlbaum Associates.
- Löfdahl, S. E. (1987). *Fysikämnet i svenska realskola och grundskola: kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel*. Doctoral Thesis, Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.
- Millar, R. (1998). Rhetoric and reality: what practical work in science education is really for. I J. Wellington (Red.), *Practical Work in School Science* (ss. 16-31). London: Routledge.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. Washington: University of York, National Academy of Science.
- Molin, L., Grubbström, A., Bladh, G., Westermark, Å., Ojanne, K., & Gottfridsson, H.-O. (2015). Do personal experiences have an impact on teaching and didactic choices in geography? *European Journal of Geography*, 4(6), 6-20.
- NRC. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington D.C.: National Academy Press.
- OECD. (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies: Policy report*. Global Science Forum.
- Osbeck, C. (2017). Researching Selective Traditions in Religious Education in Swedish Middle School. *Researching Religious Education: Classroom Processes and Outcomes*, 73.
- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. I N. G. Lederman & S. K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (ss. 593-613): Routledge.
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: misunderstood and badly used? *The School science review*, 96, 16-24.
- Paulsen, A. C. (2006). Naturfag i skolen i et kritisk demokratisk dannelsesperspektiv. *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 69-84. doi:10.5617/nordina.425
- Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice*. Chicago: University of Chicago Press.

- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. New York: Basic Books.
- Quine, W. V. (1993). *Strävan efter sanning*. Nora: Bokförlaget Nya Doxa.
- Richardson, V., & Placier, P. (2001). Teacher Change. I V. Richardson (Red.), *Handbook of research on teaching* (Vol. 4, ss. 905-947). Washington: American Educational Reserach Association.
- Roberts, D. A. (1982). Developing the concept of “curriculum emphases” in science education. *Science Education*, 66(2), 243-260. doi:10.1002/sce.3730660209
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (ss. 729-780). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. I N. Lederman & S. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education, Vol II* (Vol. 2, ss. 545-558).
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Rod Watson, J., Swain, J. R., & McRobbie, C. (2004). Students' discussions in practical scientific inquiries. *International Journal of Science Education*, 26(1), 25-45. doi:10.1080/0950069032000072764
- Ryder, J. (2001). Identifying science understanding for functional scientific literacy. *Studies in Science Education*, 36(1), 1-44. doi:10.1080/03057260108560166
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-Driven Inquiry: Integrating Conceptual and Epistemic Scaffolds for Scientific Inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372. doi:10.1002/sce.10130
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as enquiry. I J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Red.), *The teaching of science* (ss. 3-103). Cambridge: Harvard University Press.
- Schwab, J. J. (1978). *Science, curriculum, and liberal education: Selected essays*. Chicago: University of Chicago Press.
- 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. doi:10.1002/sce.10128
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Sjöberg, S. (2005). *Naturvetenskap som allmänbildning: en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Sjöström, J., Eilks, I., & Talanquer, V. (2020). Didaktik Models in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 910-915. doi:10.1021/acs.jchemed.9b01034
- Skolverket. (2001). *Miljöundervisning och utbildning för hållbar utveckling i svensk skola. Rapport nummer 00:3041*.
- Skolverket. (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011, Lgr11*. Stockholm: Skolverket.

- Skolverket. (2017). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011 : reviderad 2017*. Stockholm: Skolverket.
- Solomon, J. (1998). 'Imaging' or 'envisionment' in practical work: developing the link between action, thought and image. I J. Wellington (Red.), *Practical work in school science: Which way now* (ss. 192-202). London: Routledge.
- Solomon, J. (1999). Envisionment in practical work: Helping pupils to imagine concepts while carrying out experiments. I J. Leach & A. Paulsen (Red.), *Practical work in science education: Recent research studies* (ss. 60-74). Dordrecht, Holland/Fredriksberg, Denmark: Kluwer Academic Publishers/Roskilde University Press.
- Sund, P. (2016). Discerning selective traditions in science education: a qualitative study of teachers' responses to what is important in science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 11(2), 387-409. doi:10.1007/s11422-015-9666-8
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken: Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity* (Vol. 10). Cambridge: Cambridge University Press.
- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningsred [Elektronisk resurs]*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Wickman, P.-O. (2014). Teaching Learning Progressions: an international perspective. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education, Vol II* (Vol. 2, ss. 145-168). New York: Routledge.
- Wickman, P.-O., Hamza, K., & Lundegård, I. (2018). Didaktik och didaktiska modeller för undervisning i naturvetenskapliga ämnen. *Nordic Studies in Science Education*, 14(3), 239-249. doi:10.5617/nordina.5871
- Wickman, P.-O., & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86(5), 601-623. doi:DOI 10.1002/sci.10036
- Williams, R. (1973). Base and superstructure in Marxist cultural theory. *New Left Review*, 82, 3-16. doi:10.4135/9781473914766.n8
- 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. doi:10.1002/tea.20010
- Ziman, J. (1968). *Public Knowledge: an Essay Concerning the Social Dimension of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Öhman, J. (2004). Moral perspectives in selective traditions of environmental education: conditions for environmental moral meaning-making and students' constitution as democratic citizens. I P. Wickenberg (Red.), *Learning to change our world?: Swedish research on education & sustainable development* (ss. 33-57). Lund: Studentlitteratur.
- Östman, L. (1995). *Socialisation och mening: No-utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem*. Uppsala: Acta Universitatis Uppsaliensis.
- Östman, L. (1998). How Companion Meanings Are Expressed by Science Education Discourse. I D. A. Roberts & L. Östman (Red.), *Problems of Meaning in Science Curriculum*. (ss. 54-70). New York: Teachers College Press.



Undersökande arbete i en laborativ tradition

Syftet med denna studie är att bidra med ökade kunskaper om vad som äger rum när idéer från NV-didaktisk forskningslitteratur introduceras i en undervisningstradition där andra idéer dominerat under lång tid och hur gap mellan dessa kan överbryggas. Studien består av tre delstudier. I första delstudien undersöks hur undersökande arbete i styrdokumentet har tolkats av praktiserande NO-lärare i grundskolan. Studien indikerar att lärarna omedvetet tolkat undersökande arbete selektivt utifrån de idéer som dominerar inom undervisningstraditionen. I andra delstudien undersöks tillvägagångssätt för att undvika att detta sker omedvetet i lärarfortbildningar. En fortbildning designades där den laborativa undervisningstraditionen gjordes explicit, bland annat med hjälp av tre didaktiska modeller. Studien indikerar att selektiva traditioner är en variabel som är relevant att uppmärksamma i lärarfortbildningar. I sista delstudien problematiseras skillnader i synen på undersökande arbete i NV-didaktisk litteratur jämfört med undervisningstraditionen. I delstudien presenteras en didaktisk modell för undersökande arbete som bygger på kritisk realism som vetenskapsteoretiskt fundament.

ISBN 978-91-7867-141-0 (tryck)

ISBN 978-91-7867-146-5 (pdf)

ISSN 1403-8099

DOKTORSAVHANDLING | Karlstad University Studies | 2020:26
