Per Högström har doktorsexamen i pedagogiskt arbete och arbetar både som grundskollärare i naturvetenskapliga ämnen och som lärarutbildare vid Luleå tekniska universitet.

Christina Ottander har doktorsexamen i fysiologisk botanik och är universitetslektor i naturvetenskapernas didaktik. Hennes forskningsintresse handlar om laborativt arbete i biologi samt elevers kunskapsutveckling vid arbete med samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll.

Sylvia Benckert är universitetslektor i fysik och docent i fysikdidaktik. Hennes forskningsintressen handlar framförallt om gruppdiskussioner i fysikundervisning och om genusaspekter på naturvetenskap.

PER HÖGSTRÖM

Institutionen för naturvetenskapernas och matematikens didaktik, Umeå Universitet, Institutionen för tillämpad kemi och geovetenskap, Luleå Tekniska Universitet per.hogstrom@ltu.se

CHRISTINA OTTANDER

Institutionen för naturvetenskapernas och matematikens didaktik, Umeå Universitet christina.ottander@matnv.umu.se

SYLVIA BENCKERT

Institutionen för fysik, Umeå Universitet sylvia.benckert@physics.umu.se

Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv

Abstract

In this paper we describe the results from interviews with science teachers in lower secondary school. The teachers were asked what they wanted to achieve with laboratory work, what difficulties they experienced and if there were any differences between lab work in biology, chemistry and physics. The results show that the teachers wanted lab work to help the students develop their understanding, to make them interested and to develop their laboratory skills. Some of the teachers described lab work that included scientific inquiry but not, specifically, knowledge about how to systematically investigate phenomena in nature. Aspects of nature of science were rare. Lack of time to discuss with the students during lab work was seen as one difficulty which resulted in problems for students to link observables to scientific ideas. Laboratory exercises in chemistry were often regarded too abstract while lab work in physics and biology were much easier to link to everyday life.

BAKGRUND

Laborativt arbete anses vara av stor betydelse för elevers lärande i naturvetenskap (Leach, 1998; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007; Wellington, 1998). De erfarenheter som elever får genom laborationer är, enligt Hodson (2001) och Millar (2004), till och med nödvändiga i den naturvetenskapliga undervisningen. Däremot påpekas i flera studier att laborativt arbete i skolpraktiken alltför ofta fokuserar på själva genomförandet snarare än på vad eleverna kan lära sig av detta (Hodson, 1990; 1991; Hofstein & Lunetta, 2004; Millar, Tiberghien & Le Maréchal, 2002). Elever ställs ofta inför en mängd svårigheter som gör att målen med laborationerna inte uppfylls

(Abrahams & Millar, 2008; Hodson, 1991; 1996). Ytterligare beskrivningar av positiva effekter av laborativt arbete samt redovisade svårigheter med måluppfyllelse beskrivs nedan.

Enligt Jenkins (1999) och Wellington (1998) kan mål för laborativt arbete delas in i tre huvudområden. Det första handlar om att hjälpa elever att förstå naturvetenskapliga begrepp, fenomen och modeller. Det andra handlar om att utveckla elevers intresse för naturvetenskap ofta genom att flera sinnen är inblandade. Det tredje gäller laborativa färdigheter och arbetssätt och innebär att eleverna ska lära sig att hantera utrustning som brännare och olika typer av mätinstrument, sådana färdigheter som i vardagligt tal kallas för labvana. I en översiktsartikel tar Hofstein och Lunetta (2004) upp samma mål men lägger till att laborativt arbete även ger möjligheter att träna problemlösningsförmåga, ger erfarenheter av naturvetenskapliga undersökningsmetoder och ökad förståelse av naturvetenskapens karaktär.

Ett stort Europeiskt projekt (Labwork in Science Education) genomfördes under 1990-talet för att öka kunskaperna om lärares mål med praktiskt arbete och hur de implementeras i undervisningen. Resultaten visar att lärare från gymnasium och universitet angav att de viktigaste målen för det laborativa arbetet var: att underlätta förståelse av teori, att utveckla ett vetenskapligt sätt att tänka och att utveckla experimentella färdigheter (Welzel et al., 1998). Med ett vetenskapligt tänkande menar de att lära sig planera experiment och att kritiskt granska resultat. Andra studier visar att det laborativa arbete som genomförs i skolpraktiken till största delen handlar om att samla mätdata, illustrera fenomen och att hjälpa elever att förstå vissa begrepp (Abrahams & Millar, 2008; Leach, 1998). Högström, Ottander och Benckert (2006) visar att lärares mål med laborativt arbete i den svenska grundskolan, skolår 7-9, är att utveckla förståelse av begrepp och fenomen, att tänka och reflektera kring det laborativa arbetet, att anknyta till vardag och verklighet, att utveckla praktiska laborativa färdigheter samt att intressera och roa.

Lärare på gymnasium och universitet beskriver en viss skillnad mellan laborativt arbete i biologi och fysik (Welzel et al., 1998). I biologi anses mål som syftar till att hjälpa studenter att lära sig vetenskapliga sätt att tänka vara viktigast. I fysik anses det viktigast att praktiskt arbete underlättar förståelse av teori. I övrigt finns få studier som visar på likheter och skillnader i det laborativa arbetet mellan de olika ämnena. Vissa elever i den svenska grundskolan uppfattar att de i fysik och kemi oftast följer instruktioner, medan det i biologi är oklart för eleverna vad som är laborativt arbete eller om det ens genomförs laborationer (Lindahl, 2003).

Ett undersökande arbetssätt förespråkas som en viktig metod i naturvetenskaplig undervisning (Bybee, 2000; Hofstein & Lunetta, 2004). Två Europeiska rapporter (EU, 2007; Osborne & Dillon, 2008) argumenterar för att ett sådant arbetssätt är effektivt och väcker elevers intresse. Abd-El-Khalick et al. (2004) konstaterar att ett undersökande arbetssätt, "scientific inquiry", idag är en central term i retoriken rörande den naturvetenskapliga utbildningen. Målen för det undersökande arbetssättet är enligt Abd-El-Khalick dels att eleverna bättre ska förstå naturvetenskapens innehåll och dels att de ska lära sig att göra vetenskapliga undersökningar och samtidigt utveckla sin förståelse av naturvetenskapens karaktär. Dessa mål är vittomfattande och i artikeln visas att det finns en stor variation i vad olika forskare och läroplansutvecklare lägger in i begreppet. Bybee (2000) beskriver att arbetssättet tränar eleverna att agera på ett vetenskapsliknande sätt och ökar elevernas förståelse av vetenskapsliknande undersökningar. Eleverna ges möjlighet att lära sig hur man systematiskt undersöker fenomen i naturen, föreslår och testar hypoteser och underbygger påståenden genom belägg från undersökningar. Även om detta anses vara viktigt poängteras att vanliga skollaborationer i alltför liten grad liknar autentiska naturvetenskapliga undersökningar (Chinn & Malhotra, 2002; Johnstone & Al-Shuaili, 2001). Till exempel skriver Chinn och Malhotra (2002) att elever alltför sällan får möjlighet att göra undersökningar som utgår från deras egna frågor. Svårigheterna med att göra vetenskapsliknande undersökningar kan bero på att lärare och elever har lite erfarenhet av autentiska undersökningar och att skolorna ofta saknar utrustning och material (Hofstein & Lunetta, 2004; Johnstone & Al-Shuaili, 2001; Millar, 2004).

Naturvetenskapens karaktär är också något som eleverna bör ha kännedom om. Det innebär att eleverna ska känna till hur naturvetenskaplig kunskap uppkommer, hur forskare arbetar och hur naturvetenskapen utvecklats historiskt (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar & Duschl, 2003). En studie av Schwartz, Lederman och Crawford (2004) visar att undersökande arbetssätt är en lämplig metod för att ge eleverna möjligheter att ta till sig naturvetenskapens karaktär under förutsättning att lärarna själva har goda kunskaper både om naturvetenskapliga undersökningar och om naturvetenskapens karaktär. Lederman påpekar i Abd-El-Khalick et al. (2004) att det bästa sättet att undervisa om naturvetenskapens karaktär är att låta eleverna göra undersökningar och sedan reflektera över dessa aktiviteter och vilken naturvetenskaplig kunskap som kommit fram genom undersökningen.

Det är svårt att uppfylla alla viktiga mål för laborationerna och det är svårt att konstruera bra laborationer. Elever har ofta problem med att identifiera, tolka och värdera resultat. Läraren måste då hjälpa till att förklara för eleverna vad som är viktigt att observera (Kanari & Millar, 2004) eller hjälpa till att förklara hur laborationen ska genomföras (Amerine & Bilmes, 1990). Andra exempel på svårigheter visas i en studie som undersökte på vilket sätt 25 laborationer genomfördes i ämnena biologi, fysik och kemi (Abrahams & Millar, 2008). Författarna konstaterar att lärarna ansåg att det var viktigt att eleverna lärde sig det naturvetenskapliga innehållet utifrån laborationen, men lärarna hade inte någon plan för hur eleverna skulle lära sig de mer övergripande idéerna och de undervisade inte heller om hur det skulle gå till. Det verkade som om många lärare trodde att eleverna skulle lära sig idéerna mer eller mindre direkt från observationer och mätningar.

Många faktorer kan påverka vilket lärande som sker under det laborativa arbetet. Domin (1999) hävdar att laborationsinstruktionen har stor betydelse för vilket lärande som sker. Lindwall (2008) visar i sin avhandling att laborationer som på ytan ser likadana ut ändå kan ge olika lärande eftersom detaljerna i ämnesinnehållet varierar. Andra författare visar att läraren är mycket betydelsefull då denne, genom sin kommunikation och interaktion med eleverna, förmedlar laborationens idéer (Driver, 1995; Högström, Ottander och Benckert, 2009; Lunetta et al., 2007). Emily van Zee och Jim Minstrell (1997) konstaterar i sin studie av laborativt arbete i fysik att lärarens frågor ofta hjälper eleverna att utveckla det egna tänkandet. De frågor som ställs till eleverna visar samtidigt vad läraren anser viktigt att eleverna ska förstå, dvs. lärarens intentioner framträder i frågorna. Högström et al. (2009) visar att det eleverna uppfattar som viktigt inte bara är beroende av explicit uttryckta mål utan även av diskussioner och agerande under laborationerna. Det innebär att målen inte alltid måste vara explicit uttalade för att eleverna ska uppfatta vad som är viktigt att lära. Lärarnas agerande under laborationerna kan framhäva andra mål än de som lärarna explicit anger.

I den svenska grundskolans senare år undervisas ämnena biologi, fysik och kemi både separat och integrerat. Lärarna undervisar ofta i alla ämnen och därför benämns dessa som NO-lärare. Benämningen betyder inte att de bedriver en integrerad NO-undervisning. NO-lärarna har stora friheter att utforma den egna undervisningen på sätt de anser vara lämpliga och med mål de anser vara viktiga, vilket även gäller för det laborativa arbetet i NO.

Enligt beskrivningen ovan är följande mål för det laborativa arbetet viktiga att utveckla: kunskap och förståelse; intresse för naturvetenskap; laborativa färdigheter; kunskap om naturvetenskapliga undersökningar och om naturvetenskapens karaktär. I denna studie undersöker vi om det är dessa mål som anses viktiga av lärarna i den svenska grundskolan eller om det är annat de vill uppnå med sina laborationer. Följande frågor fokuseras:

- Vad vill lärarna uppnå med det laborativa arbetet i NO?
- Finns mål med anknytning till undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär i lärarnas beskrivningar av vad de vill uppnå med laborationerna?
- Vilka svårigheter med det laborativa arbetet uppmärksammas av lärarna?
- Vilka skillnader mellan laborationer i ämnena biologi, fysik och kemi beskriver lärarna?

METOD OCH GENOMFÖRANDE

I denna studie deltog sju NO-lärare, som undervisade på årskurs 7-9 i grundskolor i norra Sverige. Tre av de deltagande lärarna hade även deltagit i en tidigare studie (Högström et al., 2006). Bland dessa försökte vi välja lärare som beskrivit olika sätt att arbeta laborativt. För att få med flera lärare tillfrågades ytterligare fyra NO-lärare om de ville delta i studien. De sju NO-lärarna, som slutligen deltog i studien, hade flerårig erfarenhet från undervisning med inslag av laborativt arbete i ämnena biologi, fysik och kemi. Det var både kvinnliga och manliga lärare och de representerade flera skolor (se Tabell 1).

Först genomfördes en bandinspelad pilotintervju med en lärare för att prova och utvärdera en intervjuguide. Efter justeringar användes denna intervjuguide i intervjuerna (se bilaga 1). NO-lärarna intervjuades under ca en timme vardera, varefter intervjuerna transkriberades i sin helhet. Intervjuerna med lärarna var semistrukturerade och kännetecknades av en samtalsliknande diskussion omkring intervjufrågorna. Intervjufrågorna var inriktade på laborationer i lärarens egen undervisning. Lärarna fick berätta relativt fritt om sina uppfattningar och reflektera över sådant de ansåg var relevant. Intervjupersonerna fick sedan läsa transkripten och fick möjlighet att kommentera och komplettera sina uttalanden. Samtliga intervjuer genomfördes av den förste författaren.

Analysen av intervjuerna genomfördes i flera steg. I en inledande analys noterades var och en av författarna tolkningar och reflektioner runt intervjutranskripten. Detta gav en överblick över hela datamaterialet och utgångspunkter för vidare analys för att besvara forskningsfrågorna. I den vidare analysen ställdes frågor till datamaterialet. För att identifiera uttalanden med anknytning till undersökande arbete, analyserades om lärarna beskrev att eleverna skulle genomföra observationer, ha egna frågeställningar, söka information själva, ställa hypoteser, förmedla resultat och föreslå förklaringar. Ett motsvarande tillvägagångssätt utnyttjades för att ta reda på om lärarnas uttalanden innehöll några anknytningar till naturvetenskapens karaktär, det vill säga något om kunskapens utveckling, forskares arbete och historisk utveckling. Därefter gick vi igenom transkripten ytterligare en gång för att identifiera lärarnas beskrivning av svårigheter med laborationer och skillnader med det laborativa arbetet mellan de olika ämnena.

NO-lärarnas beskrivningar av vad de vill uppnå med laborativt arbete sammanställdes utifrån transkripten som korta berättelser i likhet med Hansson och Redfors (2006). Uttalade upprepningar och intervjuarens röst utelämnades ur berättelserna som ligger nära det respektive lärare sade under intervjun. De olika lärarnas berättelser illustrerar de resonemang och de synsätt som framträdde vid intervjuerna. I resultaten återges två berättelser som illustrerar vad lärarna vill uppnå.

Tabell 1. Presentation av NO-lärare ingående i studien, samtliga undervisar i de naturvetenskapliga ämnena biologi, fysik och kemi i grundskolans senare år (7-9). Lärarnas namn är fingerade.

NO-Lärare	Erfarenhet	Skola	Intervjutid	Tidigare intervjuad
Berit	7 år	A	56 min	Ja
Julia	35 år	B	39 min	Ja
Diana	14 år	C	43 min	Ja
Lotta	12 år	D	52 min	Nej
Magnus	9 år	D	47 min	Nej
Curt	14 år	A	38 min	Nej
Hanna	6 år	A	45 min	Nej

RESULTAT

I resultaten nedan visas hur lärarna beskriver laborativt arbete och vad de vill uppnå med laborationerna, vilka svårigheter de ser i den egna undervisningen och vilka skillnader mellan ämnena de uppfattar.

Vad vill lärarna uppnå med laborationerna?

Alla NO-lärarna beskriver att laborationer i stor utsträckning används för att eleverna ska lära sig om naturvetenskapliga fenomen, fakta och begrepp. Tre av lärarna beskriver att eleverna också ska lära sig praktiska laborativa färdigheter och därmed skaffa sig labvana. De flesta lärarna lyfter fram att laborativt arbete kan medföra att eleverna blir mer intresserade av NO. De ser detta som ett delmål för laborationerna men inte som ett viktigt mål. Användning av ett undersökande arbetssätt beskrivs utförligt av en av lärarna och finns med som inslag i laborationsundervisningen hos flera av de andra lärarna. Endast en av lärarna tar med aspekter med anknytning till naturvetenskapens karaktär.

Laborationer ska öka förståelsen

Jag vill att laborationer ska öka förståelsen. Min upplevelse av många labbar, speciellt i kemi, är att man ser att något händer men man förstår inte. Man har gjort en massa labbar för att de står i boken och för att man har alltid gjort på det sättet. Då förstår eleverna inte riktigt varför de ska göra laborationerna. Det är såklart viktigt att eleverna har provat labba någon gång på högstadiet, men jag ser inte det som ett motiv för att göra en massa labbar. Det jag kan känna är att jag vill hitta bra labbar, speciellt i kemi, som är tydliga och som kan öka förståelsen och inte bara visa att något händer. Eleverna har däremot inte samma tanke som jag, att vi ska labba för att förstå bättre, bara det smäller tycker eleverna det är bra. Jag vill hitta bra grejer som samtidigt gör att eleverna tycker att det blir roligare. (Berit)

För Berit är elevernas förståelse viktig men det uppnås inte med vilka laborationer som helst. De som genomförs av gammal vana eller för att de står i boken är inte tillräckliga. Eleverna måste veta varför de ska göra laborationerna. Berit vill att laborationerna ska vara både roliga och lärorika. Hennes uttalanden illustrerar vad flera av de andra lärarna uttryckte. Sex av de sju lärarna sade att eleverna på något sätt skulle öka sin förståelse i naturvetenskap genom laborationerna.

Laborationer ska intressera och roa

Enligt citatet ovan vill Berit att laborationerna ska vara både roliga och lärorika. De flesta lärarna anser, precis som Berit, att eleverna ska bli mer intresserade av NO genom det laborativa arbetet. En av lärarna säger till exempel att det blir rätt tråkigt att bara läsa NO teoretiskt och att laborationerna är till för att göra NO mer intressant och roligt. Att öka elevernas intresse uttrycks emellertid inte som ett huvudsakligt mål av någon av lärarna.

Laborationer ska ge laborativa färdigheter

Tre av lärarna beskriver att eleverna ska lära sig praktiska laborativa färdigheter och därmed skaffa sig labvana. Det innebär enligt lärarna att till exempel veta hur mycket vätska som ska hällas i ett provrör för att det ska bli en lämplig mängd eller att veta hur man ska hantera en brännare. Dessutom ingår sådana färdigheter som har att göra med elevernas förmåga att följa en manual och samarbeta i grupp. När laborativa färdigheter diskuteras under intervjuerna uttrycker lärarna att det är en del av det laborativa arbetet, men ingen av lärarna betonar att det är särskilt viktigt. En lärare menar att eleverna får labvana efter några gånger på lab, medan en annan tycker att färdigheter i att laborera och experimentera inte är till så stor nytta för många elever på längre sikt:

De här eleverna som siktar på att gå natur [naturvetenskapligt program i gymnasieskolan], det är ju bra om de har lite färdigheter så att de inte känner sig underlägsna när de kommer till gymnasiet. Men många av dem har inte så stor användning av det egentligen. (Magnus)

Enligt flera av lärarna är de laborationer, som genomförs i årskurs sju, ofta enklare att genomföra och mer inriktade mot att eleverna ska få labbana än laborationerna under årskurs åtta och nio då laborationerna är mer inriktade på förklaringar till naturvetenskapliga fenomen.

Ett undersökande arbetssätt

Det står klart och tydligt i kursplanerna att eleverna ska kunna planera och genomföra laborationer. Det de då framförallt får göra är att ställa upp en hypotes och sen får de testa den. Då är det upp till eleverna att fundera ut, vad är det för grejer jag behöver? Vad kan jag göra? Till exempel när de håller på att kolla metallerna i spänningsserien så ligger en del av metallerna så pass nära varandra att eleverna knappt ser någon skillnad mellan dem. Om metallerna är omkastade då får eleverna diskutera felkällor, som vad det kan bero på. Då kan de testa igen och se efter om det blir annorlunda. Då kan de komma fram till att voltmeteren de använde kanske inte var så noggrann, eller att metallen kanske inte var så bra putsad. Samtidigt är det naturligtvis bra om eleverna, utifrån vad de kollat på, kan dra några slutsatser. (Julia)

Julia beskriver att eleverna ska ges möjlighet att planera arbetet själva. Här skiljer sig Julias uttalande från flera av de andra lärarna. Till exempel säger tre av lärarna att de aldrig tänkt på att laborationer kan genomföras med elevers planerande som utgångspunkt.

Fyra av lärarna beskriver emellertid exempel på laborationer som innehåller moment där elever ges möjlighet att planera delar av laborationerna och genomföra dessa utifrån egna funderingar. Dessa lärare vill uppnå det Julia beskriver, men de uttrycker det inte lika ambitiöst. I en laboration i ellära får eleverna i uppgift att bygga en fungerande ringklocka. De får förklara varför ringklockan fungerar och ändra ljudet genom att ändra olika parametrar som till exempel strömstyrkan. Allt eleverna har till sin hjälp är en bild på en konstruktion av en ringklocka. I en annan laboration får eleverna undersöka vad som påverkar svängningstiden för en pendel.

Flera lärare beskriver att enkla laborationer är en bra väg in i nya kunskapsområden genom att de ger eleverna inspiration och väcker frågor hos eleverna. Dessa frågor kan undersökas vidare i ytterligare försök. Lottas beskrivning nedan ger en illustration:

Jag gillar enkla laborationer som kan ha en hur djup förklaring som helst egentligen. Jag tycker inte att man ska krångla till labben. Den ska vara enkel att utföra men den ska ställa tusen frågor ändå. Till exempel i optik, då kan eleverna ha ett kryss och en prick på ett papper för att se var blinda fläcken är. Eleverna upptäcker att de har en blind fläck som de inte ens visste om att de hade. (Lotta)

I någon mån finns ett undersökande arbetssätt med i flera av lärarnas repertoar av laborationer. Lärarna tycker i allmänhet att det är svårt att ge elever möjlighet att planera egna laborationer och att hjälpa eleverna att få insikt i hur experiment kan utformas och hur resultat kan analyseras.

Kunskap om naturvetenskapens karaktär

Ingen av lärarna nämner kunskap om naturvetenskapens karaktär explicit under intervjuerna. Däremot beskriver en av lärarna, Magnus, ett experiment med en pendel där aspekter med anknytning till naturvetenskapens karaktär visas indirekt. Läraren anser att Galileis historiska pendelexperiment kan upprepas av eleverna som ett exempel på hur naturvetenskapen fungerar. Nedan presenteras ett kort utdrag från den dialog som fördes med läraren under intervjun.

Intervjuare: Är det en viktig del av det laborativa arbetet också? Att se att naturvetenskapen innehåller experiment?

Magnus: Ja, det är det ju. Och kanske förklara att det är ju faktiskt så vi har kommit på det vi vet nu. Det är ju tack vare att folk har gjort experiment.

Intervjuare: Är det någonting som eleverna och du diskuterar tillsammans?

Magnus: Ja, det försöker jag. Och även att misslyckade experiment har fört vetenskapen framåt som dom experiment som har lyckats.

Flera av de andra lärarna diskuterar med eleverna om det som händer under laborationerna, men diskussionen används inte för att hjälpa eleverna att utveckla kunskap om naturvetenskapens karaktär. En av lärarna beskriver dock vikten av att eleverna får reflektera vidare över resultaten i laborationerna.

Jo, men där tror jag nog att jag är ganska bra på att få dom att inte fastna i just den specifika händelsen vi håller på med. Jag tror att det är genom det ständiga samtalet och i de ständiga försöken att få dom att iakttä och få dom att förstå omvärlden och det som dom ser. Om man får dom att ha en ständig reflektion kring det... och det är inte så lätt. (Curt)

Denna typ av reflektion kan leda till diskussioner om naturvetenskapens karaktär. Vi har dock inte sett några tydliga exempel på detta i intervjumaterialet.

Svårigheter med det laborativa arbetet

NO-lärarna beskriver olika typer av svårigheter med laborationerna. Vissa svårigheter är mer framträdande genom att de beskrivs av flera lärare. Hit hör svårigheten att ge eleverna möjlighet att *planera egna laborationer*. Övriga svårigheter som uppmärksammas är att *hantera omgivande faktorer* (material, utrustning, lokaler, gruppstorlek) och att ge laborationerna *tillräckligt med tid*. Ett par lärare säger att *vissa kunskapsområden* kan vara svåra att laborera omkring, till exempel genetik och atomfysik.

Lärarna anser i allmänhet att det är *svårt att ge eleverna möjligheter att planera egna laborationer* och att hjälpa dem att få insikt i hur experiment kan utformas och hur resultat kan analyseras. Enligt en lärare beror detta problem på att elever i årskurs sju ges för lite tid till laborativt arbete. Läraren anser att elever i årskurs sju inte har tillräckligt med kunskaper om laborativt arbete för att kunna planera egna undersökningar. Läraren säger att elever i årskurs sju borde göra fler laborationer som dels ger dem mer erfarenhet och dels uppmärksammar betydelsen av deras eget tänkande.

Förutsättningarna för det laborativa arbetet påverkas av *svårigheter att hantera omgivande faktorer*. En lärare anser att schemaläggning kan påverka vad som är genomförbart.

Jag skulle vilja se den person som mikroskoperar i hel klass i sjuan, när det är mellan 25 och 30 ungar som ska hinna se rätt saker och ställa in mikroskopet. Det blir svårt att se att de klarar det... då har de inte lärt sig att hantera mikroskopet ordentligt. Då har du egentligen bara demonstrerat hur man gör. Du får ändå gå runt och se efter om de verkligen har skärpan på rätt saker. Eller sitter eleverna bara och tittar på luftbubblor? (Julia)

Julia anser att det är nödvändigt med möjligheter till arbete i halvklass i biologi, annars är det svårt att se vad eleverna lär sig och att hinna hjälpa alla. Vid Julias skola är schemat organiserat så att det, enligt henne, inte finns ordentliga möjligheter till arbete med halv klass för att utveckla elevers laborativa färdigheter.

Bristen på tid för samtal med eleverna under genomförandet av laborationerna är en annan svårighet som flera av lärarna diskuterar. De önskar att de hade mer tid att tala med eleverna om naturvetenskapligt innehåll, om processer som leder fram till ett visst resultat och om arbetssätten som leder fram till resultaten. Lärarna beskriver till exempel att eleverna skulle kunna få ut mer av laborationerna om mer tid lades på att diskutera laborationernas upplägg och att reflektera över resultaten. Fyra av lärarna säger att elevernas rapporter ibland visar hur de tänker, men de önskar att eleverna i högre utsträckning borde få möjlighet att också prata om sina reflektioner. De ser rapporten som viktig, men det behövs även tid för muntlig reflektion.

Vissa fasta delar är bara att skriva ner. Vad man använt för material och hur man har gått tillväga... Men den där reflektionsdelen på slutet är den som visar i vilken grad eleverna har förstått den här uppgiften och vad de har dragit för slutsatser av den. (Diana)

Skillnader mellan ämnena

Resultaten visar att flera av lärarna ser många möjligheter att arbeta laborativt i fysik, medan kemi-laborationer ofta ses som relativt problematiska. Laborationer i biologi tar längst tid att genomföra och är, enligt tre lärare, det ämne man laborerar minst i.

Flera av lärarna anser att det är lättare att göra laborationer konkreta i fysik än i de andra ämnena. Fem av NO-lärarna anser att det med hjälp av *enkla* laborationer i fysik går att illustrera fenomen, jämföra med sammanhang i det verkliga livet, se vad som händer och få fram resultat. NO-läraren Magnus beskriver nedan får illustrera flera lärares sätt att uttrycka sig om laborationer i fysik.

Tar man två bilar och rullar över kanten på ett bord så är det lättare att förstå att de kommer att krascha i backen. Den ena, som håller högre fart, kan man lista ut att den kommer att fara lite längre fram än den andra. Så att det är nog lite lättare för eleverna att föreställa sig vad som kommer att hända inom fysiken. (Magnus)

Fyra av lärarna anser att laborationer i kemi upplevs som problematiska eftersom de innehåller så många abstrakta begrepp. Framförallt anses kemiska begrepp med anknytning till materia och partikeltänkande vara svåra. Hanna beskriver detta nedan.

Det jag kan tycka blir svårt med kemin, det är ju att förstå begreppen atomer och molekyler. Att det ska finnas atomer i det som vi ser. Man måste på något sätt påvisa att det finns atomer i den här vätskan, som vatten till exempel. (Hanna)

Enligt två andra lärare medför abstraktionen att elever, trots att de genomför en laboration har svårt att förstå eller inte alls förstår de kemiska processer de observerar. Det är inte självklart att laborationerna hjälper eleverna att koppla ihop teorin med praktiken.

I och för sig händer det ju någonting men eleverna förstår inte vad som händer. Om man håller på med BTB och syror och baser till exempel, då testar man surt och basiskt och neutralt. Det är ju lite roligt, men om de egentligen förstår så mycket... inte just då i alla fall. (Diana)

Det är inte ovanligt att laborationerna i kemi blir mer styrda än i de andra ämnena, dels för att undvika risker och dels för att lärarna själva tycker att de vill ha kontroll på vad som kan hända.

Det är väl mycket mer i kemin att eleverna får en instruktion. Där vill man inte att de ska prova sig fram alltför mycket, utan det är bra om det... man vill ju ha lite ordning och reda, för det kan ju hända grejer. (Magnus)

Ett par lärare uttrycker å andra sidan att oväntade överraskningar är en av fördelarna med laborationer i kemi eftersom eleverna blir mer intresserade och det ger upphov till en mängd nya frågeställningar som de kan undersöka vidare i nya laborationer.

Med laborationer i biologi är det lätt, liksom i fysik, att se anknytning till verkligheten omkring, men å andra sidan tenderar laborationerna i biologi att ta tid att genomföra. Eleverna uppskattar inte alltid det, eftersom de är vana vid snabba händelser i sin vardag.

Jag tror att det är därför biologin blir lite eftersatt. Resten av samhället går snabbare och snabbare. Det tar för lång tid att sitta och titta när det växer, fast det är jätteintressant och fast många skulle behöva se och uppleva när det gror och växer. (Curt)

Tre av lärarna uttrycker att laborationer i biologi inte genomförs lika ofta som i kemi eller fysik. Till viss del beror det på att laborationerna anses ta lång tid, men det beror också på att det finns andra sätt att få kunskaper i ämnet.

Jag tycker nog att jag jobbar bra med biologin, men inte så mycket praktiskt. Jag tycker det funkar att jobba på andra sätt... Visst tittar man på växter och sånt och vi tittar på inälvor från gris när vi jobbar med människan. Men i biologin är det mycket annat, som läsa och diskutera. (Berit)

Varje ämne har sina möjligheter. Med fysiklaborationer går det snabbt och enkelt att påvisa fenomen, laborationer i kemi kan överraska eleverna och i biologi hanterar laborationerna frågor som ligger nära sådant som eleverna kan associera till sin direkta omgivning.

DISKUSSION

Resultaten från denna studie visar att lärarna i stor utsträckning vill att det laborativa arbetet ska ge eleverna en ökad *förståelse* av naturvetenskapliga fenomen, fakta och begrepp. Till viss del beskrivs också att elever bör få *labvana* och bli *intresserade* av naturvetenskap. Lärarnas mål stämmer överens med de mål som både Jenkins (1999) och Wellington (1998) anser viktiga att eftersträva och med de mål som beskrivits av lärare i tidigare studier (Högström et al., 2006; Welzel et al., 1998). Denna studie visar att de svenska lärarna genomför laborationer där undersökande arbetssätt förekommer. De beskriver däremot inte att det medför att eleverna tränar kunskaper om hur man systematiskt undersöker fenomen i naturen, föreslår och testar hypoteser och underbygger påståenden genom belägg från resultat. Även de engelska lärarna i Abrahams och Millars (2008) studie genomför främst laborationer för att uppmärksamma det naturvetenskapliga innehållet och inte så mycket för att träna på naturvetenskapliga undersökningar.

Det finns ett ökat intresse för laborationer med ett undersökande arbetssätt inom NO-undervisningen (Hofstein & Lunetta, 2004). Det kan också ses i de rekommendationer för undervisning i naturvetenskap som presenterats av EU (2007) och Osborne och Dillon (2008). Användning av ett undersökande arbetssätt beskrivs av flera av lärarna i denna studie. Det är särskilt uttalat hos en lärare som vill att eleverna ska kunna planera och genomföra laborationer eftersom hon tycker att detta mål är klart uttalat i kursplanerna. Ett annat exempel, där ett undersökande arbetssätt används, är när lärarna använder enkla laborationer för att introducera elever till kunskapsområden som de inte arbetat med tidigare och för att ge eleverna inspiration till egna frågor och idéer. Detta gör att naturvetenskapliga idéer och elevernas egna frågeställningar och idéer i högre grad möts, vilket också förespråkas av Jenkins (2006).

Hofstein och Lunetta (2004) skriver att det är viktigt att laborationerna ger eleverna möjlighet att utveckla förståelse av naturvetenskapens karaktär. Även andra studier påpekar detta (Lunetta et al., 2007; Osborne et al., 2003; Schwartz et al., 2004). Schwartz et al. (2004) visar att det undersökande arbetssättet kan vara användbart för att utveckla elevers förståelse av naturvetenskapens karaktär om lärarna är tydliga med detta. När lärarna i denna studie talar om vad de vill uppnå, är naturvetenskapens karaktär nästan helt frånvarande. Endast en av lärarna nämner en laboration med anknytning till detta område. Ett par av lärarna talar om betydelsen av reflektion och diskussion i samband med laborationerna, något som kan leda till diskussioner om hur naturvetenskaplig kunskap uppkommer (Abd-El-Khalick et al., 2004). Våra resultat visar dock att naturvetenskapens karaktär i allmänhet inte anses vara ett mål för laborativt arbete. I en rapport från Skolverket (2007) redovisas att svenska 15-åringars resultat i PISA-undersökningen 2006 var under OECD-medelvärdet när det gällde aspekter som anknyter till naturvetenskapens karaktär och till naturvetenskapens användning, men över medelvärdet när det gäller begreppskunskap. Enligt rapporten, bekräftar detta att man i den svenska grundskolan i liten utsträckning undervisar om naturvetenskapens karaktär. Osborne et al. (2003) anser att undervisning om naturvetenskapens karaktär bäst görs genom ett antal väl valda fallstudier av antingen historiska eller samtida natur och genom explicit reflektion och diskussion om naturvetenskapen och dess natur. En möjlighet att hjälpa lärare att ta in aspekter av naturvetenskapens karaktär i samband med det laborativa arbetet skulle kunna vara att konstruera illustrativa exempel som ger tillfälle till reflektion och diskussion om hur den naturvetenskapliga kunskapen vuxit fram.

De svårigheter lärarna ser med det laborativa arbetet handlar om att få tillräckligt med tid för laborationerna, att hantera omgivande faktorer och att ge eleverna möjlighet att planera egna laborationer. Lärarna nämner till exempel att det kan råda brist på lokaler, att det saknas material

till alla elever och att det är för få tillfällen med laborationer i halvklass. Lärarna tar främst upp sina svårigheter att genomföra laborationer och inte elevernas svårigheter att lära sig genom laborationerna. Flera lärare beskriver dock att den begränsade tiden för samtal med eleverna under laborationerna medför att det är svårt att hjälpa eleverna att koppla sina observationer till naturvetenskapliga idéer. Liknande resultat presenteras av Abrahams och Millar (2008). Enligt Kanari och Millar (2004) är det viktigt att lärarna kan hjälpa eleverna med vad som ska observeras och hur man gör. Detta är inte möjligt om det är för många elever i gruppen. Till exempel beskriver läraren Julia en laboration med mikroskopering i helklass, där risken är stor att eleverna bara "sitter och tittar på luftbubblor". Genomförandet är alltså i fokus, vilket även uppmärksammats i tidigare studier (Hodson, 1990; 1991; Hofstein & Lunetta, 2004; Millar et al., 2002).

De skillnader mellan ämnena som var mest slående var att fysiklaborationerna anses vara lättast att göra enkla och att anknyta till vardagen. Kemilaborationerna uppfattas som så abstrakta att eleverna inte förstår innehållet även om läraren hjälper dem med vad som ska observeras. Om eleverna genomför en laboration som handlar om atomer och molekyler innebär det inte automatiskt att eleverna förstår det lärarna vill att de ska förstå. Några lärare beskriver att de genomför färre laborationer i biologi än i övriga NO-ämnen. Det överensstämmer med resultat av Lindahl (2003), som visar att elever är osäkra om det över huvud taget genomförs laborationer i biologi. Även Abrahams och Millar (2008) anser att elever genomför färre laborationer i biologi. Våra resultat erbjuder två förklaringar till detta. Dels anser tre av lärarna att laborationerna tar lång tid att genomföra, vilket medför att eleverna lätt ledsnar. Dels beskriver en annan lärare att det finns andra sätt att lära sig biologi än genom laborationer, till exempel genom att läsa och diskutera. Josephsen (2003) visar att ett antal universitetsstudenters erfarenheter av att angripa problem och att tolka, diskutera och presentera data från laborativt arbete kan överföras mellan ämnen. Detta diskuteras inte av lärarna i denna studie. Resultaten indikerar, i likhet med studien av Abrahams och Millar (2008), att lärarna saknar en plan för att ta tillvara elevernas erfarenheter.

Alla lärare i denna studie uttrycker att det finns viktiga mål att uppnå med hjälp av det laborativa arbetet och att laborationer i de olika ämnena ger eleverna möjlighet att lära sig naturvetenskap, få labvana och bli intresserade. Laborativt arbete i grundskolans senare år ger eleverna vissa möjligheter till undersökande arbete. Däremot beskriver ingen av lärarna särskilda strategier för att träna dessa kunskaper och därför utnyttjas inte möjligheterna i så stor utsträckning. Ett annat viktigt resultat är att aspekter med anknytning till naturvetenskapens karaktär i stort sett inte alls finns med i de mål som beskrivs. Två frågor väcks utifrån detta resultat. Hur uppfattar lärare naturvetenskapens karaktär? Ska förståelse av naturvetenskapens karaktär innefattas i laborativt arbete eller är andra sätt att föredra?

Bilaga 1. Intervjuguide

Frågor om laborationer i undervisningen	Semistrukturerat frågeinnehåll där läraren ombeds utveckla:
1a. Vad innebär laborativt arbete för dig? 1b. Vad vill du uppnå?	– sin syn på innehåll, processer, färdigheter och olika arbetssätt
2a. Hur tycker du att du lyckas? 2b. Vad finns det för svårigheter?	– möjligheter som finns eller saknas – skillnader/likheter mellan biologi, fysik och kemi
3. Hur kan elevers reflekterande kring det laborativa arbetet stimuleras?	– med exempel ur undervisningen som kan förtydliga vad de avser

REFERENSER

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., et al. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88, 397– 419.
- 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.
- Amerine, R. & Bilmes, J. (1990). Following instructions. I M. Lynch & S. Woolgar (Red.), *Representations in scientific practice* (s. 323-335). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. I J. Minstrell & E. van Zee (Red.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (s. 20-46). Washington: American Association for the Advancement of Science.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education*, 74, 543-547.
- EU (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Hämtad 14:e december, 2008, från http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Hansson, L. & Redfors, A. (2006). Tre elever berättar om universum, gud och fysiken. *Nordina*, 3, 31-43.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *The School Science Review*, 71(256), 33-40.
- Hodson, D. (1991). Practical work in science. Time for a reappraisal. *Studies in Science Education*, 19, 175-184.
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
- Hodson, D. (2001). What counts as good science education? I D. Hodson (Red.), *OISE Papers in the STSE Education*, Volume 2 (s. 1-21). Toronto: OISE.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S. (2006). Lärares mål med laborativt arbete: utveckla förståelse och intresse. *Nordina*, 5, 54-66.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S. (2009). Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction. *Research in Science Education*, DOI 10.1007/s11165-009-9131-3.
- Jenkins, E. W. (1999). Practical work in school science – some questions to be answered. I J. Leach & A. Paulsen (Red.), *Practical Work in Science Education - Recent Research Studies* (s. 19-32). Gylling, DK: Roskilde University Press, Kluwer.
- Jenkins, E. W. (2006). The Student Voice and School Science Education. *Studies in Science Education*, 42, 49-88.
- Johnstone, A. H. & Al-Shuaili, A. (2001) Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5, 42-51.
- Josephsen, J. (2003). Experimental training for chemistry students: does experimental experience from the general sciences contribute? *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(2), 205-218.
- Kanari, Z. & Millar, R. (2004). Reasoning from Data: How Students Collect and Interpret Data in Science Investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 748-769.
- Leach, J. (1998). Teaching about the world of science in the laboratory, the influence of students' ideas. I J. Wellington (Red.), *Practical work in school science, which way now?* (s. 52-68). Padstow: Routledge.

- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? : en longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lindwall, O. (2008). *Lab work in science education: Instruction, inscription, and the practical achievement of understanding*. Linköping: Linköping Studies in Arts and Science No. 426.
- Lunetta, V., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 392-441). Mahwah, NJ, US: Lawrence Earlbaum Associates inc.
- Millar, R. (2004, 3:e Juni). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. Artikel presenterad vid konferensen "High School Science Laboratories: Role and Visison", Board on Science Education, National Academy of Sciences. Washington DC.
- Millar, R., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J.-F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling lab-work tasks. I D. Psillos & H. Niedderer (Red.), *Teaching and learning in the science laboratory* (s. 9-20). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003) What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008) *Science Education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield foundation*. Hämtad 14:e december 2008, från http://www.nuffieldfoundation.org/fileLibrary/pdf/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf
- Schwartz, R., Lederman, N. & Crawford, B. (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, 610-645.
- Skolverket. (2007). *PISA 2006: 15-åringars förmåga att förstå, tolka och reflektera: naturvetenskap, matematik och läsförståelse*. (Rapport 306). Stockholm: Skolverket.
- Van Zee, E. & Minstrell, J. (1997). Using Questioning to Guide Student Thinking. *Journal of the Learning Sciences*, 6(2), 227-269.
- Welzel, M., Haller, K., Bandiera, M., Hammelev, D., Koumaras, P., Niedderer, H. et al. (1998). *Teachers' Objectives for Labwork. Research Tool and Cross Country Results [WORKING PAPER 6]*. Hämtad 15:e november, 2008, från <http://www.physik.uni-bremen.de/physics.education/niedderer/projects/labwork/papers.html>
- Wellington, J. (1998). Practical work in science - time for a re-appraisal. In J. Wellington (Red.), *Practical work in school science - which way now?* (s. 3-15). Padstow: Routledge.