

Elevers och lärares fokus i naturvetenskapliga laborationer

Hugo von Zeipel & Anna-Karin Westman

STUDENT AND TEACHER FOCUS IN SCIENCE LABWORK. Labs are a natural part of science education, but it cannot necessarily be assumed that a teacher's aim for a particular labwork is in line with the focus and learning of the student. This article reports from a study where we examine teachers' introductions to labwork and how the students carry out their tasks. Our results show that students discuss the scientific ideas to a greater extent if they have met them prior to the labwork being undertaken and that an open lab design presents a greater challenge to the students. Further, we found that various connections to previous experiences of science are important factors for the outcome of labwork.

Keywords: labwork, laboratory work, practical work, knowledge of scientific inquiry.

Inledning

I den här studien undersöks hur elever tar sig an uppgifter under skolans laborationer i naturvetenskapliga ämnen. Skolverkets rapportering av PISA 2015 visade att de svenska elevernas kompetenser är över OECD-genomsnittet vad gäller att förklara företeelser naturvetenskapligt medan de ligger något under genomsnittet när det gäller utformning, bedömning och tolkning av naturvetenskapliga undersökningar (Skolverket 2016). Svenska elever tycks ha en lägre kompetens inom de senare områdena och dessa ämnesområden är nära kopplade till laborationer. Anders Jakobsson (2013) har rapporterat liknande resultat från tidigare PISA-prov. I den rapporteringen visas att svenska elevers försämrade resultat i PISA-studier under perioden 2000–2009 beror på att resultaten

Hugo von Zeipel är universitetslektor i biologi med didaktisk inriktning vid Mittuniversitetet, 851 70 Sundsvall. E-post: hugo.vonzeipel@miun.se
Anna-Karin Westman är universitetslektor i naturvetenskapens didaktik vid Mittuniversitetet, 851 70 Sundsvall. E-post: anna-karin.westman@miun.se

försämrats i uppgifter som behandlar problemlösningsförmåga och förståelse av naturvetenskapens karaktär. Resultaten för uppgifter som kräver endast faktakunskaper förbättras för svenska elever under samma period. Det gör det intressant att undersöka vilken typ av uppgifter eleverna löser under laborationer. En laboration ger möjlighet till övning i problemlösning även om det inte är helt liktydigt med att lösa problem i ett PISA-prov. Laborationer övar också elever i att bedöma och tolka naturvetenskapliga undersökningar. I ljuset av detta blir det intressant att undersöka vad elever och lärare gör under laborationer. I den här artikeln redovisar vi resultat från observationer av laborationer där vi undersökt vad eleverna samtalar om och fokuserar på under arbetet med uppgiften i relation till hur läraren introducerat laborationen.

Ytterligare ett problem är att tidigare forskning visat att lärares mål för lärandet under laborationer långt ifrån alltid är det elever tycks lära sig (Hofstein & Lunetta 2004). Vår studie syftar till att öka kunskapen om hur inramning av en laboration påverkar elevens lärande. Vi har särskilt undersökt tillfällena när elever uttrycker ett behov att få veta något som de ännu inte har kunskap om. De data studien bygger på har insamlats under åtta laborationstillfällen för årskurs nio i sex olika skolor i Sverige. Mats Lundström (2019) visar att genomförande, planering och utvärdering av undersökningar är ett vanligt inslag i datamaterialet.

Laborationer i naturvetenskaplig undervisning

Laborationer är en självklar del i den naturvetenskapliga undervisningen. Kursplanerna i de naturvetenskapliga ämnena för svensk skola betonar vikten av att få lära sig naturvetenskapliga arbetsmetoder och att utveckla förmågan att genomföra experiment (Skolverket 2011). De flesta lärare uppfattar också laborationer som en central del i elevens naturvetenskapliga utbildning (Abrahams & Millar 2008). I en studie av Jakob Gyllenpalm, Per-Olof Wickman och Sven-Olof Holmgren (2010) framkom att lärare överlag uppskattar ett undersökande arbetssätt i klassrummet och använder detta med många olika avsikter, varav befästande av ämneskunskaper är en. Vi vågar påstå att få ifrågasätter laborationer som en del i naturvetenskaplig undervisning, däremot finns en diskussion om vad laborationer kan tillföra undervisningen och vad tiden för laborationer faktiskt används till. Tidigare forskning har visat att under en laboration lägger elever ner mycket tid på att hantera material och laborationsutrustning på olika sätt (Hofstein & Lunetta 2004). Enligt författarna görs detta

på bekostnad av tillfällena för eleverna att interagera med andra eller att reflektera över aktiviteten och det vetenskapliga innehållet.

För att laborationen ska bli ett tillfälle till lärande är utformningen av instruktioner och av lärarens frågor under uppgiften av största vikt (Högström, Ottander, & Benckert 2010b). Dessa kan hjälpa eleverna att komma närmare målet för aktiviteten. Författarna beskriver hur målet för vad lärandet ska bestå i vid en laboration i naturvetenskap kan ha olika karaktär. Indelningen baseras på tidigare forskning. Målet kan vara att fördjupa förståelsen av den naturvetenskapliga idén eller teorin som kan förklara det man ser i en laboration eller det kan vara att lära sig hantera laborationsutrustning. Ytterligare ett mål kan vara lärande av ett naturvetenskapligt arbetssätt. Även de svenska läroplanerna för de naturorienterande ämnena tar upp ett sådant mål, som exempelvis i det centrala innehållet för år 7–9 “[f]ormulering av enkla frågeställningar, planering, utförande och utvärdering” (Skolverket, 2018, s 168, 178 och 189).

I en intervjustudie med lärare framhåller de intervjuade oftast lärandet av de naturvetenskapliga idéerna och teorierna som målet med laborationer (Högström, Ottander, & Benckert 2010b). Lärarna beskriver i studien också att det är svårt att hinna hjälpa eleverna att förstå kopplingen mellan det de observerat under laborationer och de bakomliggande naturvetenskapliga förklaringarna. Även andra studier visar att lärares argument för att använda laborationer i naturvetenskaplig undervisning är att lära sig naturvetenskapliga fakta, lagar och teorier (Abrahams & Millar 2008, Hofstein & Kind 2012, Millar et al. 2002). Det finns även ett visst forskningsstöd för att detta lärande kan ske (Martindill & Wilson 2014) men det är få studier som visar att elever lär sig om de naturvetenskapliga idéerna enbart genom att laborera (Hofstein & Lunetta 2004). Lundström (2019) visar att även i de skolor han undersökt i vårt datamaterial ägnas en stor del av undervisningstiden till att använda begrepp, teorier och modeller för att förklara naturvetenskapliga fenomen. Vidare beskriver han hur uppföljningen av laborationerna till stor del handlar om att befästa begrepp och principer. Utformningen av de lärtillfällen där ett sådant lärande verkligen tycks ske behöver undersökas närmare.

Enligt Avi Hofstein och Vincent N. Lunetta (2004) kan det vara framgångsrikt att låta laborationer bli ett tillfälle för lärande om förmågor kopplade till att utforma undersökningar och testa hypoteser. Dessa förmågor är viktiga för att förstå utvecklingen av naturvetenskaplig kunskap och nämns också av lärare i intervjustudien men bara i något enstaka fall (Högström, Ottander, & Benckert 2010b). I en annan studie jämförs lärares mål för en laboration med vad eleverna uppfattat som målet för aktiviteten (Högström, Ottander, & Benckert

2010a). Lärarens mål och vad eleverna uppfattade som mål var bara delvis överlappande, exempelvis uttryckte enbart eleverna att ett mål var att lära sig om säkerhet och risker under arbetet.

Ian Abrahams och Robin Millar (2008) har studerat hur elever hanterar materialet i en laboration och hur de använder de naturvetenskapliga idéerna för att tänka om sina observationer. Det har sedan jämförts med lärarens syfte med laborationen. Resultatet i den studien visar att elever använder materialet på det sätt läraren tänkt men mer sällan använder de naturvetenskapliga förklaringarna för att tala om sina observationer. Det som avgjorde om eleverna använde de naturvetenskapliga förklaringarna var i vilken utsträckning läraren gav stöd till eleverna för att koppla observationer till förklaringar. Ovanstående inledning motiverar en undersökning av vad lärare fokuserar på i introduktionen till en laborationsuppgift och hur det påverkar elevernas genomförande av uppgiften.

Laborationens placering i en lärandeprocess och laborationens frihetsgrader

En laborationsuppgift kan variera när det gäller var i lärandeprocessen den kommer in i undervisningen. Den kan behandla ett ämnesområde som eleverna arbetat med innan laborationen och där de på så sätt redan bekantat sig med den naturvetenskapliga bakgrunden. I andra fall kan laborationen vara ett sätt att introducera ett nytt område och då vara första tillfället som eleverna stöter på ett visst fenomen. De behöver då introduceras till den naturvetenskapliga förklaringsmodellen av läraren (Westman 2016). Vilka diskussioner eleverna kan föra beror därmed på var inom en undervisningssekvens som läraren väljer att placera laborationen. Eduardo F. Mortimer och Philip H. Scott (2003) använder ett sociokulturellt perspektiv för att beskriva lärandets olika faser i naturvetenskaplig undervisning. Till att börja med måste den lärande möta de naturvetenskapliga förklaringarna genom att någon presenterar dem. Förklaringarna är inget som den lärande kan upptäcka själv. I nästa steg behöver den lärande göra förklaringarna meningsfulla för sig själv genom att få använda dem under handledning för att slutligen själv få tillämpa dem i nya situationer (Mortimer & Scott 2003, s 17). I alla stegen kan laborationer vara en del av undervisningen men inramningen från läraren behöver anpassas. En lärare kan välja att utforma en laborationsuppgift med olika typer av instruktioner och på så sätt ge aktiviteten olika inramningar. Laborationer i olika grundskolor kan likna varandra på många sätt men i varje undervisningssituation finns också den lärande som ramar in

aktiviteten utifrån sina tidigare erfarenheter (Selander & Kress 2010). En sådan erfarenhet kan vara om eleverna mött de naturvetenskapliga fenomen som en laboration bygger på.

En laborationsuppgift kan också vara mer eller mindre styrd när det gäller vad som ska undersökas, hur det ska undersökas och vad eleverna egentligen förväntas komma fram till för resultat. Joseph J. Schwab (1958) diskuterade tidigt att naturvetenskaplig undervisning borde närma sig ett naturvetenskapligt arbetssätt i större utsträckning. Anpassningar för att öka denna likhet skulle kunna vara att eleven inte känner till laborationens resultat i förväg, att eleven till och med får utforma undersökningen själv eller frågorna i undersökningen. Dessa faktorer har betecknats som laborationens *frihetsgrader* av Björn Andersson (1989) och laborationsuppgifter i undervisningen kan klassificeras genom att undersöka hur många frihetsgrader de innehåller. En uppgift har tre frihetsgrader om den kräver att eleven ska formulera en fråga att undersöka, utforma undersökningen och sedan komma fram till ett resultat som är okänt (åtminstone för eleven) sedan tidigare. Vid två frihetsgrader är metod och resultat okända och vid en frihetsgrad är det endast resultatet som inte är på förhand givet. Det går även att tänka sig noll frihetsgrader, i en sådan lärsituation reproduceras en laboration där eleverna förväntas erhålla ett visst känt resultat. Vår hypotes är att olika frihetsgrader ger upphov till olika typer av diskussioner men misstänker att tillfällena med tre hela frihetsgrader i praktiken är svåra att planera och genomföra och därför troligen ovanliga på någon nivå i svensk skola.

Syfte

Med utgångspunkt i analyser av resultat i PISA vill vi undersöka svenska elevers arbete vid naturvetenskapliga laborationer. Syftet med vår studie är att undersöka vad elevernas diskussioner handlar om vid dessa laborationer och att relatera elevernas fokus till vad lärarna betonar i sina introduktioner till respektive laboration. Vi vill undersöka om variationer i lärarnas inramning av laborationer ger upphov till olika typer av samtal och arbete. Vi konkretiserar följande frågeställningar:

- Vad fokuserar lärarna på i sina introduktioner till laborationer?
- Vad handlar elevernas diskussioner om under utförandet av laborationerna?
- Vilka kritiska faktorer kan påverka elevernas fokus och diskussioner under laborationerna?

Metod

Studien är en del i ett forskningsprojekt om naturvetenskaplig undervisning och språk i klassrummet. Insamlingen gjordes i sammanlagt sex skolor. I varje skola videofilmades en eller två klasser i årskurs nio under åtta undervisningstillfällen. Samtliga lärare i filmerna är elevernas ordinarie lärare inom de naturorienterande ämnena.

Inom projektet insamlades totalt mer än 200 timmar videomaterial från undervisning i olika skolor runt om i Sverige. I materialet finns helklassgenomgångar, gruppdiskussioner, fördjupningsarbeten och laborationer. Vid varje tillfälle filmades hela klassrummet från två vinklar och när eleverna arbetade mer självständigt bar några elever spionglasögon. Dessa har en liten kamera och en mikrofon i glasögonskalmen. Detta filmmaterial gav bra möjlighet att komma nära elevernas arbete. 68 timmar av materialet spelades in med spionglasögon. I vår studie har vi analyserat filmer från hela klassrum och spionglasögon från de 8 laborationstillfällen som finns med i materialet. Det är sammanlagt 27 laborationsgrupper (tabell 1). Från filmerna över hela klassrummet valdes de delar ut där lärarna introducerade en laborativ uppgift. Ur filmerna från elevernas spionglasögon användes alla inspelningar från tillfällen när eleverna genomförde naturvetenskapliga laborationer, det blev sammanlagt nästan 15 timmar som analyserades för denna studie.

Vid varje laborationstillfälle har fyra eller fem par glasögon delats ut i klassen. Inspelningarna gjorde det möjligt att följa elevernas arbete på nära håll. Inspelningarna från spionglasögonen gjorde det också möjligt att studera samspelet med andra elever, med läraren och med materialet, laborationsutrustningen men också med läroboken.

Kategorisering av lärarnas introduktioner

Introduktionerna kategoriserades efter vilket huvudfokus lärarna betonade i sin genomgång. Vår kategorisering baserades på resultat i tidigare forskning (Högström et al. 2010b, Jenkins 1999, Wellington 1998, Hofstein & Lunetta 2004) och fokus delades i tre huvudkategorier: naturvetenskapliga förklaringar (NF), laborativa färdigheter (LF) och kunskap om naturvetenskapliga undersökningar (KONU).

I de introduktioner som klassificeras som NF lade lärare störst vikt vid naturvetenskapliga begrepp som till exempel effekt, energi eller egenskaper hos organiska syror. Ett exempel var laboration 4 (se tabell 1) där läraren utgick från ett provresultat och talade om för gruppen att de måste öva mer på begreppet effekt och därför skulle du nu genomföra en laboration om detta. Introduktioner klassificerade som LF ska handla i huvudsak om hur laborationen praktiskt genomförs,

utrustning som ska användas eller om hur laborationsrapporter ska skrivas. I en introduktion som fokuserar på KONU betonas elevernas egna hypoteser eller att de kan utforma en metod för undersökningen. Ett exempel var laboration 3 (se tabell 1) där läraren utgick en sida i läroboken om naturvetenskapliga undersökningar och instruerade eleverna att de själva skulle formulera undersökningens upplägg. Överlag var det inte svårt att placera vardera introduktion i en huvudkategori.

Kategorisering av elevernas diskussioner

Från spionglasögonfilmerna analyserade vi de tillfällen i elevernas diskussioner som visade på behov av ny eller ytterligare kunskap. Vi noterade samtliga tillfällen där eleverna uttryckte att de måste lösa ett problem för att komma vidare med uppgiften. Dessa tillfällen identifierades genom att elever i laborationsgrupperna frågade varandra eller läraren om något. Det fanns också tillfällen då elever uttryckte att de behövde läsa i läroboken.

Vi har inte värderat sättet eleverna tar sig vidare på, om det som sker tyder på ett önskvärt lärande eller om de överhuvudtaget kommer fram till relevanta och korrekta svar. Intresset låg istället på vilken *slags* information eleverna uttryckte ett behov av. En sådan diskussion ansågs som avslutad när eleverna antingen funnit ett svar, alternativt släppt ämnet och gått vidare. Dessa diskussionstillfällen analyserades utifrån samma kategorier som lärarintroduktionerna. I ett exempel från laboration 1 (se tabell 1) försöker eleverna förstå sig på vad deras galvaniska cell egentligen handlar om och varför det finns med en voltmätare ("Kanske om volt är ström? Elektricitet är elektroner, eller hur?"). Deras diskussion kategoriserades då som NF.

Dessa kategoriseringar sammanställs för samtliga tillfällen i tabell 2. I genomgång av elevernas diskussioner framkom vissa mönster och för att belysa dessa valdes tre tillfällen ut för en fördjupad presentation i resultatredovisningen.

Forskningsetiska överväganden

Alla elever hade i förväg fått frågan om att delta i videostudien och de som tackat nej placerades nogsamt så att varken ljud eller bild från dem spelades in. Vid varje laborationstillfälle fick elever anmäla sig frivilligt för att bära spionglasögon. Glasögonen fördelades mellan laborationsgrupperna så att så många grupper som möjligt kom med i materialet. Vi kan inte säga säkert huruvida eleverna påverkades av

inspelningssituationen. Eleverna skojade en del om glasögonen i början av inspelningarna men snart började de arbeta och tycktes inte tänka på inspelningarna i någon större utsträckning.

Studien utgör ett nedslag i naturvetenskaplig undervisning i grundskolan. Det är olika skolor med olika förutsättningar som studeras. Lärarna skiljer sig åt och det gör också eleverna. Vi kan inte uttala oss om hur det generellt ser ut i den svenska skolan även om vårt material samlats in på flera skolor av varierande karaktär. Vårt intresse var istället att undersöka om vi kunde hitta gemensamma drag i de laborationer vi undersökt. Inga urval av laborationer eller grupper gjordes utan allt som har gått att analysera i materialet har tagits med.

Resultat

Först görs en översikt av lärarintroduktioner och elevers diskussioner i de åtta tillfällen vi undersökt. Därefter fördjupar vi redovisningen från tre utvalda laborationer med olika förutsättningar där lärare och elever tar sig an laborationsuppgifter på skilda sätt.

Lärarnas fokus vid introduktionerna

Ett syfte vara att studera hur elevarbete kan variera i relation till hur laborationer introduceras och ramas in. Vi fann också en stor variation i hur laborationerna presenteras och vad eleverna gör under laborationerna. Av de åtta tillfällen vi analyserat kategoriserades fem som introduktioner med fokus på naturvetenskapliga förklaringar (NF) och tre som introduktionerna med fokus på kunskap om naturvetenskapliga undersökningar (KONU). Ingen av introduktionerna hade laborativa färdigheter (LF) som huvudfokus, även om introduktionerna hade sådana inslag.

Introduktionerna med NF-fokus handlade i två fall om samband mellan olika storheter som energiförbrukning och effekt eller strömstyrka och resistans. I de tre övriga laborationerna var fokus på specifika begrepp som hörde till laborationen. Det var namn på kemiska föreningar eller elektronikbegrepp. De tre introduktionerna med fokus KONU hade olika inriktning. En introduktion lade stor vikt vid att eleverna skulle formulera en hypotes för försöket, en annan vid att eleverna skulle specificera metoder för en undersökning om sinnen men också vilka rubriker som ska finnas i en laborationsrapport. I den tredje introduktionen fick eleverna uppgiften att själva utforma en undersökningsdesign för att jämföra av tre metoder att värma

vatten. Elevernas uppgift var där att bestämma vilken som var den effektivaste metoden och de skulle både formulera en hypotes, utforma och genomföra undersökningen.

| Laboration | Lärarens fokus vid introduktion | Ämnesinnehåll | Frihetsgrader | Tid och grupper |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|
| 1. Galvanisk cell | KONU | Repetition | 1 | 2 grupper, 51-52 minuter |
| 2. Sinnens och reaktionstid | KONU | Nytt | 2 | 5 grupper, 52-62 minuter |
| 3. Effekt och energiförbrukning I | KONU | Nytt | 2 | 3 grupper, 32-33 minuter |
| 4. Effekt och energiförbrukning II | NF | Repetition | 1 | 6 grupper, 8-20 minuter |
| 5. Resistans | NF | Repetition | 1 | 4 grupper, 28-30 minuter |
| 6. Elektricitet | NF | Nytt | 1 | 2 grupper, 10-11 minuter |
| 7. Alkoholers egenskaper | NF | Nytt | 1 | 3 grupper, 31-41 minuter |
| 8. Organiska syror egenskaper | NF | Nytt | 1 | 2 grupper, 9-35 minuter |

Tabell 1. Kategorisering av de åtta laborationer som studien bygger på. Förklaring av förkortningar och begrepp finns i texten. Laboration 1, 3 och 4 utgör grund för senare analys av elevers samtal.

Av tabell 1 framgår även att det vetenskapliga innehållet vid fem laborationer kunde klassificeras som nytt för eleverna, medan tre laborationer handlade om ett vetenskapligt innehåll som mer eller

mindre tydligt anknöt (repetition) till ett innehåll som tidigare berörts teoretiskt. En tredje faktor, laborationerna frihetsgrad, varierade också. Sex av laborationerna klassificerades som en frihetsgrad, det vill säga att allt utom laborationens resultat var givet av instruktionerna. Två av KONU-labbarna klassificerades som två frihetsgrader, alltså att såväl metod som resultat var öppna vid laborationens start.

Elevernas diskussioner

Undersökning av elevernas diskussioner var det absoluta huvudsyftet med studien, det var utifrån dessa vi ville få en inblick i vad lärandet handlar om när eleverna laborerar. En kvantifiering av elevernas fokus under laborationerna gjordes, med samma tre kategorier som lärarintroduktionerna. Analysen gick ut på att identifiera innehållet i de diskussioner studentgrupperna hamnade i under arbetet och klassificera dessa som antingen KONU, NF eller LF (tabell 2). Diskussionerna handlade överlag oftast om laborativa färdigheter och utrustning (106 diskussioner), i andra hand om naturvetenskapliga förklaringar (63 diskussioner) och endast vid ett fåtal tillfällen (13 diskussioner) berörde eleverna något som handlade om kunskap om vetenskapliga undersökningar.

| Typ av citat | Antal citat |
|---|-------------|
| Laborativa färdigheter (LF) | 106 |
| Naturvetenskapliga förklaringar (NF) | 63 |
| Kunskap om naturvetenskapliga undersökningar (KONU) | 13 |
| Totalt | 182 |

Tabell 2. Karaktären på elevernas diskussioner som identifierades i samtalen.

Här följer tre utvalda laborationer som belyser hur elevarbetet kan påverkas av varierade förutsättningar.

Den galvaniska cellen

Tillfället sticker ut i materialet som den laboration där elevernas förhandlingar för att lösa uppgiften vid flest tillfällen handlade om det vetenskapliga innehållet. 12 av 22 diskussioner i grupperna hamnade i kategorin NF. Laborationen genomfördes i en elevgrupp om totalt 16 elever och spionglasögon fanns med i två laborationsgrupper.

Förutsättningarna var att eleverna sedan tidigare hade introducerats i den naturvetenskapliga bakgrund som kunde förklara de fenomen de blev varse om under laborationen. Däremot var den aktuella konstruktionen, en galvanisk cell, okänd. Läraren planerade alltså laborationen utifrån att eleverna hade med sig de vetenskapliga idéerna och begreppen som de behövde för att tolka resultatet. Laborationen kategoriserades därför som repetition av vetenskapligt innehåll, även om det skedde i samband med det nya begreppet galvanisk cell. Vidare bedömdes laborationstillfället ha en frihetsgrad. Med laborationen följde allt material och en noggrann instruktion för hur materialet skulle sättas ihop och användas, det som inte var känt var vad som skulle hända och varför.

Vid introduktionen fokuserade läraren helt på att formulera vetenskapliga hypoteser och vad dessa egentligen är. Detta var ett av kriterierna för att klassificera ett tillfälle som KONU och laborationen hamnade därmed i den kategorin. Eleverna skulle, innan de började laborera, läsa igenom instruktionerna och tillsammans i grupperna formulera en hypotes för vad som skulle hända och varför.

Analyserbara data samlades från två grupper (fem respektive fyra medlemmar) där vi kunde följa deras arbete, deras förhandlingar sinsemellan och med läraren. Båda grupperna tillhörde de grupper i datamaterialet som mest ingående diskuterade det vetenskapliga innehållet i labben, exemplifierat i excerpt a. Eleverna hade i tidigare undervisning sett att metallatomer kan oxideras, att metalljoner kan reduceras och att det är en skillnad i hur benägna metaller är till detta. Kim och Anders försöker här tillämpa den teorin i den nya situationen.

Excerpt a (Elever i laboration 1):

Kim: vad är hypotesen?

Anders: Den lämnar ifrån sig elektroner, och den där plockar upp elektroner. Då blir det som att det går el emellan, tror jag

Kim: den lämnar ifrån sig elektroner, eller va sa du nu?

Anders: den lämnar ifrån sig och den plockar upp

Kim: vad plockar den upp?

Anders: elektroner.

Det var tydligt genom hela laborationen, från introduktion till läsning av instruktioner, formulering av hypoteser och genomförande att eleverna var fokuserade på uppgiften och försökte använda tidigare teoretisk kunskap för att formulera en rimlig och väl motiverad hypotes. De diskussioner de förde och hypoteserna de skrev var inte alltid vetenskapligt korrekta, snarare var det en utmaning för grupperna att plocka

ut relevanta delar ur instruktionerna och tidigare relevant kunskap för att få ihop rimliga hypoteser. Ibland liknade det ett detektivarbete (excerpt b). Här går eleverna vidare efter att de kommit överens om att metaller kan avge och uppta elektroner. Att elektronerna skulle kunna röra på sig väcker nya tankar hos Elin.

Excerpt b (Elever i laboration 1):

Sam: Den lämnar elektronerna och hoppar därifrån till dit!

Lina: [avbryter]

Elin: varför skulle det bli ström om den... just de... det är elektroner som...

Sam: Kolla här, kolla här, vi märker DÄR! Eller det spelar ingen roll.

Elin: Kanske om spänning är ström, el är ju elektroner eller hur?

I försöksupställningen fanns instruktionen om att koppla in en voltmeter vilket kan ha bidragit till att Elin gjorde uttalandet om att ”spänning är ström”. I den mån lärarna eftersträvade lärande om vetenskapligt innehåll var det här den laboration som lyckades bäst och den gjorde det utan att läraren hade tydligt fokus på vetenskapliga begrepp i introduktionen. Istället fick de en detaljerad skriftlig laborationshandledning och uppgiften att formulera en hypotes om vad som kommer hända och varför.

Effekt och energiförbrukning I

Tillfället är intressant dels för sitt tydliga fokus på vetenskapliga metoder och dels för att det var den laboration där eleverna fick minst uträttat. Vi samlade data från tre laborationsgrupper som sammanlagt, under en och en halv timme, vid endast tre tillfällen förde diskussioner som på något sätt rörde det vetenskapliga innehållet, en av grupperna hade inte en enda sådan diskussion.

Förutsättningarna var att det vetenskapliga innehållet var i huvudsak nytt för eleverna. Det framgick att begreppen effekt och verkningsgrad hade introducerats men att det inte var något eleverna behärskade utan snarare skulle utforska under laborationen. Laborationens vetenskapliga innehåll kategoriserades därför som nytt. Vidare bedömdes laborationstillfället ha två frihetsgrader. Med laborationen följde endast att de skulle jämföra hur pass effektivt det är att värma

vatten med en mikrovågsugn, en kokplatta och en vattenkokare. Hur de skulle undersöka detta och vilket resultatet skulle bli var inte känt.

Tillfället var den laboration som allra tydligast fokuserade på att eleverna skulle få ökad kunskap om vetenskapliga undersökningar, vår kategori KONU. Laborationstillfälle 1 introducerades med fokus på vetenskapliga hypoteser. Laboration 2 kategoriserades som KONU för att metoden inte var specificerad utan läraren uppmanade eleverna att själva komma på förslag på hur ämnet "sinnen och reaktionstid" skulle kunna undersökas. I det aktuella tillfället (laboration 3) däremot höll läraren en introduktion där vetenskaplig metod och försöksupställning på ett mer generellt plan stod i fokus. Alltså vad det innebär att göra en vetenskaplig undersökning och hur man går tillväga för att ställa upp ett vetenskapligt försök (excerpt c).

Excerpt c (Lärare, introduktion till laborationstillfälle 3):

Hur kan ni ta reda på vilket sätt som är mest effektivt för att värma vatten? Vad kan ni variera och vad måste vara konstant?

Vidare fick eleverna veta att det var en vattenkokare, en kokplatta och en mikrovågsugn som skulle jämföras. Uppgiften presenterades som en jämförelse och följden blev att fokus på de vetenskapliga begreppen saknades i grupperna. Istället handlade fler diskussioner, i enlighet med lärarens intention, om kategorin KONU. Två av tre grupper hade vid åtminstone några tillfällen dessa diskussioner om vetenskaplig försöksupställning (Excerpt d) men ingen av grupperna lyckades under lektionens gång formulera vad de skulle undersöka eller hur. Ingen grupp kom ens i närheten av ett resultat. Lärarens betoning av vad som skulle varieras och vad som skulle vara konstant underströks genom att det också skrevs som en fråga på tavlan under introduktionen. Detta återkom i elevernas samtal.

Excerpt d (Elever i laborationstillfälle 3):

Fredrik: Vi måste skriva något om det här "hålla konstant" och "förändra" också.

Lisa: Kolla, jag har skrivit såhär. "Mängden vatten är konstant". Det måste vara samma i alla. Men vi kan göra flera test... med olika mängd.

Den generella beskrivningen av en vetenskaplig undersökning tog bland annat upp att vid en undersökning bör bara en faktor varieras.

Lisas uttalande ovan visar en osäkerhet om vad det skulle kunna innebära i den här specifika laborationen. Osäkerheten kring begreppen energi, effekt och verkningsgrad gjorde även att eleverna inte klart kunde formulera vad de skulle jämföra och ännu mindre hur. Ingen av elevgrupperna lyckades genomföra uppgiften och eleverna uttryckte förvirring kring vad de förväntades göra eller försjönk allt mer i vanmakt och tydligt uttryckt ointresse. Från filmerna föreföll det som läraren siktade allt för högt med uppgiften att utveckla en försöksuppställning där det vetenskapliga innehållet var nytt för eleverna.

Effekt och energiförbrukning II

Laborationen är intressant för att det till ämnesinnehåll och upplägg är identiskt med laborationstillfälle 3 ovan, medan lärarens introduktion och de skriftliga instruktionerna här är helt olika. Vidare är det intressant för att det var det tillfälle där variationen mellan de olika elevgrupperna var störst.

Förutsättningarna var att det vetenskapliga innehållet var känt för eleverna och laborationen var uttryckligen ett tillfälle för repetition. Läraren introducerade med en kort föreläsning om energi, effekt och verkningsgrad och motiverade detta med att de inte visat tillräckliga kunskaper på tidigare prov (excerpt e). Laborationens vetenskapliga innehåll kategoriserades därför som repetition och med fokus NF.

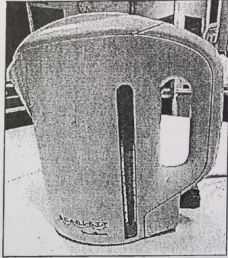
Excerpt e (Lärare, introduktion till laborationstillfälle 3):

Ni har inte riktigt förstått effekt, vi måste repetera effekt. Har ni förstått vad laborationen handlar om? Ok? Vi börjar med att gå igenom teori. Vi har definierat att effekt är lika med...?

Vidare bedömdes laborationstillfället ha en frihetsgrad. I laborationen följdes mycket detaljerade instruktioner för jämförelser av verkningsgrad när vatten värms med en mikrovågsugn, kokplatta respektive vattenkokare (figur 1). Det fanns inget utrymme för att variera någon del av laborationen.

Station 1 – Vattenkokare
 Uppgiften är värma 0,5 liter = 0,5 kg vatten under 3 min i en vattenkokare. Anteckna aktuella värden nedan:

- 1) Vattnets massa: $m = \dots\dots\dots$ kg
- 2) Vattnets temperatur före uppvärmning: $T_0 = \dots\dots\dots$ °C
- 3) Tillförd effekt: $P_{in} = 1,785$ kW
- 4) Tillförd energi: $E_{in} = P_{in} \cdot t = \dots\dots\dots$ J
- 5) Vattnets temperatur efter uppvärmning: $T_1 = \dots\dots\dots$ °C
- 6) Vattnets temperaturökning: $dT = T_1 - T_0 = \dots\dots\dots$ °C
- 7) Avgiven energi vattnet: $E_{ut} = c \cdot m \cdot dT = \dots\dots\dots$ J
- 8) Verkningsgrad hos uppvärmningen: $\eta = \frac{E_{ut}}{E_{in}} = \dots\dots\dots$ %



Figur 1. Del av instruktionen till laborationen ”Effekt och energiförbrukning II”.

Eleverna följde sedan mer eller mindre en kokboksinstruktion för laborationen, steg för steg. De läste av temperaturen, gjorde de matematiska uträkningarna och fyllde i på de prickade linjerna. Till slut kom de fram till verkningsgraden för de tre olika sätten att värma vatten och slog tillsammans fast vilken av dessa som var högst. Läraren styrde gruppen mot målet och när någon grupp hade en diskussion om de vetenskapliga begreppen var det för att förstå instruktionerna, som vilken metod de skulle använda för att värma vatten eller vilket tal de skulle sätta in i formlerna. Laborationen gav intryck av ett torftigt lärotillfälle utan tillfälle till reflektion eller djupare analys av vad de egentligen undersökte. Läraren i det aktuella fallet siktade lägre än i laborationstillfälle 1 och 3 ovan men lyckades å andra sidan engagera eleverna mer än i laborationstillfälle 3 och framför allt kom alla grupper fram till ett resultat. När de lämnade lektionen hade alla ett underlag för att formulera en laborationsrapport, målet för undervisningen var konkret och alla grupper tog sig dit. Däremot var det stor skillnad mellan grupperna, tre av dem diskuterade det vetenskapliga innehållet medan övrig tre knappt gjorde det alls. Såväl läraren som dessa elever nöjde sig med att de skrev rätt tal på rätt rad. I avvägningen mellan ett uppnåeligt mål för alla elever och att utmana till att tänka kritiskt och kreativt tog läraren en säker väg. Hur pass givande laborationen var för ett långsiktigt lärande kan diskuteras men fyra av sex grupper förde åtminstone någon diskussion om naturvetenskapliga förklaringar och alla grupper kom fram till ett resultat under lektionstiden.

Diskussion

Laborationer har sin givna plats i undervisning om naturvetenskap. Genom att analysera flera laborationstillfällen ingående kan vi säga något om vilka faktorer som ger fler tillfällen där elever i förhandlingar uttrycker behov av ny kunskap. Dessa tillfällen är möjliga tillfällen för lärande. Vi kan i vårt material upptäcka att sådana tillfällen uppstår oftare när laborationen handlar om ett naturvetenskapligt innehåll som eleverna redan träffat på tidigare i undervisningen. Laborationen kan då bli ett tillfälle där eleverna får använda redan presenterade begrepp och förklaringar för att beskriva det man ser. En mindre lyckad kombination är om det naturvetenskapliga innehållet är nytt och laborationen är av en öppen karaktär där eleverna ska utforma undersökningen själva. I likhet med Anna-Karin Westman (2016) visar vår studie att eleverna behöver mer stöd än så för sitt lärande. Lundström (2019) visar att i de skolor han undersökt ägnas mycket tid till genomgångar av naturvetenskapliga begrepp och fenomen. Gyllenpalm, Wickman och Holmgren (2010) visar att lärare använder laborationer för olika syften men i de laborationer vi undersökt är fokus i introduktionerna framförallt på naturvetenskapliga förklaringar. Våra resultat visar också att det är värdefullt att begrepp och fenomen är kända för eleverna före en laborationsaktivitet. Begrepp och fenomen används då av eleverna för att diskutera det laborationen visar. Ett övergripande resultat från studien är också att elevernas fokus under laborationerna främst handlar om att hantera laborationsutrustning (specifika laborativa färdigheter) och i mindre grad om naturvetenskapliga förklaringar och metoder vilket står i kontrast till hur lärarna introducerade laborationerna. Detta är dock i linje med vad som kommit fram i tidigare studier (t ex Hofstein & Lunetta 2004).

I laborationen där eleverna ska undersöka en galvanisk cell och formulera en egen hypotes har elevernas tidigare erfarenheter betydelse för inramningen av uppgiften (Selander & Kress 2010). Läraren presenterar en ny situation genom försökets utformning men elevernas tidigare erfarenheter och begrepp de redan känner till hjälper dem att formulera sin hypotes. Det uppstår flera tillfällen när elever frågar efter ny kunskap och det finns möjligheter till nytt lärande. Eleverna som genomför uppgiften har tidigare fått möjlighet att skapa egen mening kring begrepp som behövs för uppgiften så som till exempel elektroner och metallers oxidation. Med Mortimer och Scotts perspektiv är laborationen i det fallet ett sätt för eleverna att få tillämpa begrepp de redan känner till i en ny situation (Mortimer och Scott 2003). I laborationstillfälle 4, "Effekt och energiförbrukning II", är laborationen istället en tidigare fas i lärandet av ett nytt

ämnesområde. Eleverna ska repetera något som läraren sett att de inte kan, begreppen effekt, energiförbrukning och verkningsgrad. Laborationen är mycket styrd men trots styrningen är det mycket olika i vilken utsträckning elevgrupperna ger uttryck för ett möjligt lärande. Man kan tänka sig olika förklaringar till det, den mycket detaljerade styrningen och avsaknaden av frågor där eleverna ska formulera egna förklaringar är två möjligheter. "Effekt och energiförbrukning I" har en annan karaktär, där är ämnesområdet nytt och eleverna får också större frihet att utforma försöket (Andersson 1989). Eleverna får uppgiften att tillämpa kunskap i en ny situation men har inte den erfarenheten de skulle behövt för uppgiften. I de få fall när de uttrycker behov av ny kunskap handlar det inte om effekt, energiförbrukning eller relationen däremellan.

För att återknyta till resultaten i den svenska PISA-undersökningen 2015 så kan vi se att när eleverna får använda kända begrepp för att använda kompetensen "förklara företeelser naturvetenskapligt" (Skolverket 2016) så ser vi tillfällena för möjligt lärande. Den utformningen av ett laborationstillfälle är dock inte så vanlig och våra resultat tyder på att det är något elever lär sig på andra sätt. Det är mer vanligt att eleverna möter det naturvetenskapliga innehållet för första gången i de laborationer vi undersökt och då använder eleverna inte begrepp och förklaringar lika ofta i sina samtal. Kompetensen "bedöma och utforma naturvetenskapliga undersökningar samt tolka data och fakta naturvetenskapligt" uppfylls bara delvis i de laborationer vi studerat. Bara i två av de åtta tillfällena har eleverna möjlighet att utforma undersökningen och det är svårt för eleverna att göra detta. Om svenska elever behöver mer kunskap om detta skulle laborationerna behöva utformas på andra sätt. Fler tillfällen då elever frågar efter ny kunskap hittar vi när eleverna ska tolka det de ser i laborationen. Det motsvarar närmast PISA-rapportens "tolka data och fakta naturvetenskapligt". När eleverna måste förklara varför något sker i den galvaniska cellen uppstår flera tillfällen när elever tillsammans utvecklar sitt sätt att förklara det de sett. Motsatsen är de elever som ska jämföra elektriska apparater för att värma vatten men aldrig uppmanas att använda de nya begreppen för att formulera en förklaring. Laborationen blir då ett tillfälle för att enbart skriva ner det man iakttagit och aldrig tolka det man sett. I dessa tillfällen finns en risk att förstärka tendensen att elever klarar att återge fakta bättre än de klarar problemlösning som Jakobsson (2013) rapporterat om. Kompetensen att tolka skulle kunna stärkas om elever alltid uppmanas att använda vetenskapliga begrepp och idéer för att förklara det man sett i en laboration.

Med stöd i våra resultat kan vi säga att laborationer kan vara ett tillfälle för lärande av både naturvetenskaplig metod och av

naturvetenskapliga fenomen. I vilken mån det blir ett tillfälle för lärande beror i våra resultat på om designen av laborationen är anpassad till elevernas förkunskaper och till deras vana att utforma naturvetenskapliga undersökningar.

Referenser

- Abrahams, Ian & Millar, Robin (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.
- Andersson, Björn (1989): *Grundskolans naturvetenskap: Forskningsresultat och nya idéer*. Stockholm: Utbildningsförlaget.
- Gyllenpalm, Jakob; Wickman, Per-Olof & Holmgren, Sven-Olof. (2010): Secondary science teachers' selective traditions and examples of inquiry-oriented approaches. *NorDiNa – Nordic Studies in Science Education* 6(1), 44-60.
- Hofstein, Avi, & Kind, Per M. (2012): Learning in and from science laboratories. I Barry J. Fraser; Kenneth G. Tobin & Campbell J. McRobbie, red: *Second International Handbook of Science Education*, s 189-207. Dordrecht: Springer.
- Hofstein, Avi, & Lunetta, Vincent N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Högström, Per; Ottander, Christina & Benckert, Sylvia (2010a): Lab work and learning in secondary school chemistry: The importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, 40(4), 505-523.
- Högström, Per; Ottander, Christina & Benckert, Sylvia (2010b): Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv. *Nordic Studies in Science Education*, 6(1), 80-91.
- Jakobsson, Anders (2013): Storskaliga studier: Kunskapsmätningar som paradox och möjlighet. *Utbildning & Demokrati – tidskrift för didaktik och utbildningspolitik*, 22(3), 5-12.
- Jenkins, Edgar W. (1999): Practical work in school science. . I John Leach & Albert Paulsen, red: *Practical Work in Science Education: Recent Research Studies*, s 19-32. Roskilde: Roskilde University Press.

- Lundström, Mats (2019): Centrala förmågor och scientific literacy - NO-lärares undervisningsfokus på två olika skolor. In progress.
- Martindill, David & Wilson, Elaine (2014): Rhetoric or reality? A case study into how, if at all, practical work supports learning in the classroom. *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 4(1), 39-55.
- Millar, Robin; Tiberghien, Andrée & Le Maréchal, Jean-François (2003): Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. I Dimitris Psillos & Hans Niedderer, red: *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, s 9-20. London: Kluwer Academic Publishers.
- Mortimer, Eduardo F. & Scott, Philip H. (2003): *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Schwab, Joseph J. (1958): The teaching of science as inquiry. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 14(9), 374-379.
- Selander, Staffan & Kress, Gunther (2010): *Design för lärande: Ett multimodalt perspektiv*. Stockholm: Norstedts.
- Skolverket (2016): *PISA 2015: 15-åringars Kunskaper i Naturvetenskap, läsförståelse och matematik*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2018): *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011: Reviderad 2018*. Stockholm: Skolverket.
- Wellington, Jerry (1998): Practical work in science: Time for a reappraisal. I Jerry Wellington, red: *Practical Work in School Science: Which Way Now*, s 3-15. London: Routledge.
- Westman, Anna-Karin (2016): *Meningsskapande möten i det naturvetenskapliga klassrummet*. (Doktorsavhandling, Pedagogiskt arbete nummer 64). Umeå: Umeå universitet.

