EXAMENSARBETE INOM TEKNIK OCH LÄRANDE,
AVANCERAD NIVÅ, 30 HP
STOCKHOLM, SVERIGE 2018

Kromatografi som laboration för högstadieelever

Och dess påverkan på attityder gentemot kemi

Daniel Peterson

KTH
SKOLAN FÖR INDUSTRIELL TEKNIK OCH MANAGEMENT

Chromatography as laboratory work for students in lower secondary school

And its effects on attitudes towards chemistry

Daniel Peterson

EXAMENSARBETE INOM TEKNIK OCH LÄRANDE PÅ PROGRAMMET CIVILINGENJÖR OCH LÄRARE

Huvudhandledare: Marie Danielsson, Vetenskapens Hus, KTH.
Biträdande handledare: Tanja Nymark, Vetenskapens Hus, KTH.
Examinator: Cecilia Kozma, Vetenskapens Hus, KTH.

Sammanfattning

Till den här undersökningen har en kromatografilaboration konstruerats. Högstadieelevers attityd gentemot kemi före och efter genomförandet av kromatografilaborationen jämförs. Genomförandet skedde vid Vetenskapens Hus i Stockholm. Även medföljande lärares upplevelse av laborationen och eventuell påverkan på elever undersöks. Frågeformulär används för undersökande av elevernas attityder gentemot kemi och intervjuer med medföljande lärare används som komplement till elevernas svar. För en grupp av de deltagande eleverna syns en förändring i attityd gentemot kemi i positiv riktning, vilket stämmer överens med elevgruppens lärares upplevelse. För den andra gruppen deltagande elever syns ingen förändring i attityd gentemot kemi, vilket stämmer överens med elevgruppens lärares upplevelse. Laborationen anses lämplig av de medföljande lärarna, oavsett om den har en affektiv påverkan på eleverna eller inte. Utifrån elevernas svar på frågeformulären och lärarintervjuerna går det att fastställa laborationens möjlighet att påverka elever affektivt, men även att denna påverkan inte är självklar.

Nyckelord: attityd, kemi, kromatografi, laboration, högstadium.

Abstract

In this report, a chromatography lab is constructed and the attitudes towards chemistry of students in lower secondary school are compared before and after the lab is carried out at Vetenskapens Hus in Stockholm. The attendant teachers' experiences of the lab and potential effects on the students are also taken into consideration. Questionnaires are used to survey the students' attitudes towards chemistry, and interviews with the attendant teachers are used as a complement to the students' answers. For one group of students, a significant positive change in their attitudes towards chemistry is measured, which is consistent with their teacher's experience. For the other group of students, there is no significant change in their attitudes towards chemistry, which is consistent with their teacher's experience as well. The lab itself is seen as appropriate by the attendant teachers, regardless of whether it influences the students affectively or not. Based on the answers of the students and the interviews with the teachers, it is possible to conclude that the lab has the potential to influence the students affectively, but also that this influence isn't a necessary effect of the lab.

Keywords: attitude, chemistry, chromatography, laboratory work, lower secondary school.

Förord

Innan rapporten börjar vill jag utbringa ett stort tack till mina handledare Marie och Tanja för det kontinuerliga stöd de givit mig under arbetets gång, och till de elever och lärare som ställde upp i undersökningen och gjorde den möjlig att genomföra. Även min fina vän Kasper förtjänar ett tack på ett litet hörn, då han stått ut med allt jag berättat om mitt arbete, trots att han egentligen inte var intresserad.

Innehåll

1 Introduktion 9
1.1 Inledning 9
1.2 Bakgrund 10
1.3 Syfte och frågeställningar 14
2 Teori 14
3 Metod 15
3.1 Urval 15
3.2 Arbetsprocessen 16
3.3 Litteraturstudie 16
3.4 Utveckling av laboration 16
3.5 Datainsamling 19
3.6 Analysmetod 20
3.7 Etiska överväganden 21
4 Resultat och analys 21
4.1 Enkäter 22
4.2 Intervjuer 27
4.3 Kostnadsanalys 30
5 Diskussion 30
6 Slutsatser 33

1 Introduktion

1.1 Inledning

Det finns en pågående samhällsdebatt om vad som kan göras för att öka elevers prestationer inom naturvetenskapliga ämnen och sökfrekvens till naturvetenskapliga vidareutbildningar. Denna debatt har åtminstone delvis uppkommit från resultaten av internationella undersökningar som PISA och TIMSS, vilka visat att svenska elever presterat under medianen för OECD-länder (Skolverket, 2016a, 2016b). Framför allt år 2012 var resultaten låga, med en förbättring till 2015 års undersökningar. TIMSS har även visat att ungefär en tredjedel av de svenska grundskoleeleverna är negativt inställda till att lära sig mer om naturvetenskapliga ämnen i skolan, och det är framför allt flickorna som är negativt inställda (Skolverket, 2016b). Elevers inställning till och attityder gentemot naturvetenskap kan variera när naturvetenskapens kontext varieras (Ekborg m.fl., 2012; Osborne, Simon, & Collins, 2003). En elevs inställning till och attityder gentemot populärvetenskap kan vara helt skild från elevens inställning till och attityder gentemot naturvetenskap som skolämne. *Attityd gentemot* något skolämne är en psykologisk konstruktion som korrelerar med elevers prestation inom aktuellt skolämne (Francis & Greer, 1999), och är en komponent hos det som i folkmun kallas *inställning till*. I arbetet mot en mer jämställd skola som uppmuntrar till övervägande av naturvetenskaplig karriär finns det således anledning att undersöka hur elevers attityder gentemot naturvetenskapliga ämnen kan påverkas.

Vetenskapens Hus är en verksamhet som erbjuder besök för klasser i grundskolan och gymnasieskolan. Aktiviteterna under besöken består av praktiska experiment inom teknik, matematik, eller något naturvetenskapligt ämne som eleverna genomför. Syftet med besöken är, utöver att bidra med ämneskunskap, att vara inspirerande för eleverna och visa hur spännande dessa ämnen kan vara. En laboration inom ämnesområdet kromatografi, med årskurs 8 och 9 som målgrupp, har konstruerats för Vetenskapens Hus verksamhet. Att laborationen utfördes på Vetenskapens Hus innebär att den genomfördes som ett ordinarie besök som intresserade klasser fick anmäla sig till. I laborationen separeras färgämnen i matvaror och drycker. Till laborationen har en elevhandledning, en lärarhandledning, samt en kort förberedande föreläsning utarbetats. Efter konstruktionen av laborationen har den genomförts som ett skolprogram på Vetenskapens Hus i Stockholm med fyra högstadieklasser. Både inför och efter laborationens genomförande besöktes klasserna för att eleverna skulle få svara på ett frågeformulär. Läraren som närvarade på laborationen intervjuades cirka en vecka efter laborationens genomförande.

De undersökningar som hittats om laborationers möjlighet att påverka elevers attityder gentemot kemi har alla genomförts på elevernas ordinarie skola. Dessa undersökningar kommenteras senare. Laborationsgenomförandet i denna undersökning sker istället på en, för eleverna, icke-ordinarie plats. Detta möjliggör undersökande av laborationens eventuella påverkan på elevers attityd gentemot kemi när den genomförs som ett skolbesök. Det möjliggör även undersökande av laborationens möjlighet att bidra med inspiration till de medföljande lärarna.

Vid analys av svaren på frågeformulären har parade och oparade t-tester använts för att avgöra om förändringar eller skillnader är statistiskt signifikanta. Kritik har riktats mot användandet av parametriska tester vid analys av Likertskalor (Norman, 2010). Kritiken bemöts i metodavsnittet (avsnitt 3.6). Lärarnas intervjusvar har använts för nyans och stärkning av resultaten från frågeformulären, samt för att avgöra om lärarna lärt sig något av laborationsgenomförandet.

1.2 Bakgrund

Bakgrundsavsnittet består av två delar. Den första delen behandlar tidigare forskning kring attityder och laborationer. Den andra delen handlar om på vilket sätt den laboration som använts i denna undersökning är relevant för högstadieelevers utbildning.

1.2.1 Attityder och laborationer

En av de tidigaste forskarna att börja utforska idén om attityders relevans inom utbildning var John Dewey (1916 se Koballa & Glynn, 2007), där han menar att attityd bör jobbas med i utbildningar. Under första halvan av 1900-talet fortsatte forskningen om attityd, och metoder för att mäta attityder utvecklades. Rensis Likert (1932) var en av dem som utvecklade metoder för detta. Hans metoder har inspirerat till det som idag kallas Likertskala, vilket används i detta arbete. I Likerts undersökning fick studenter svara på till hur stor grad de höll med om påståenden. Påståendenas form och möjliga svar varierades för att sedan jämföras. I analysen av resultaten användes olika metoder för att jämföra deras praktikalitet. Resultaten visade att svaren från en viss grupp individer har en tendens att vara normalfördelade. Utifrån det antagandet beräknades standardavvikelsen för varje fråga och användes för poänggivning, vilket användes för att ge varje individ en totalpoäng. Detta möjliggjorde kvantitativ jämförelse av undersökningens resultat (Likert, 1932). Detta sätt att tilldela svaren poäng jämfördes med den enklare metoden att tilldela svaren poäng från ett till fem. Jämförelsen visade en korrelation på 0,99 mellan poängsystemen, och därmed förespråkas i normalfall det enklare poängsystemet (Likert, 1932).

Vidare undersöktes attityders relation till beteende av, bland andra, Sherif, Sherif, och Nebergall (1965 se Koballa & Glynn, 2007), vilket inspirerade kommande forskning om attityd. Något senare, under 1970-talet, började begreppen *naturvetenskaplig attityd* och *attityd gentemot naturvetenskap* skiljas åt (Koballa & Glynn, 2007; Osborne m.fl., 2003). Det första begreppet innebär att inneha samma attityder som naturvetenskapliga forskare, som exempelvis objektivitet och ett systematiskt angreppssätt. Det andra begreppet innefattar den affektiva domänen av vad en individ har för uppfattningar om naturvetenskap, som hur rolig, svår, eller nödvändig naturvetenskap uppfattas vara. Det är attityd gentemot naturvetenskap, i detta fall specifikt mot kemi, som behandlas i denna undersökning.

Flera olika metoder har använts för att undersöka attityder gentemot naturvetenskap, dels Likertskalor, Thurstoneskalor, intervjuer (Siegel & Ranney, 2003), och dels mer indirekta metoder som elevers ämnespreferens och ämnesval (Osborne m.fl., 2003). Den vanligaste metoden är användning av Likertskalor (Siegel & Ranney, 2003), men användandet av Likertskalor för att mäta attityd har

gjorts på flera olika vis. Thompson och Mintzes (2002) använde sig av en femgradig Likertskala från *håller starkt med* till *tar starkt avstånd ifrån* för att mäta attityder gentemot hajar. Parkinson, Hendley, Tanner, och Stables (1998) använde påståenden från elever för att konstruera en femgradig Likertskala med *osäker* som mittenalternativ för att undersöka elevers attityder gentemot naturvetenskap i England och Wales. Francis och Greer (1999) använde sig av en tregradig Likertskala med 20 frågor och *osäker* som mittenalternativ för att mäta elevers attityder gentemot naturvetenskap. Det är Likertskalan av Francis och Greer (1999) som använts, i översatt form, i detta arbete.

Forskning inom attityder gentemot naturvetenskap har visat att det finns många faktorer som korrelerar med en individs attityd gentemot naturvetenskap, både personliga faktorer och omgivningsfaktorer. Dessa är sådana som kön, prestation, socioekonomisk status, lärare, föräldrar, upplevd svårighet hos ämnena och många fler (Francis & Greer, 1999; Koballa & Glynn, 2007; Osborne m.fl., 2003). Av skäl som att denna undersökning är liten och en önskan att eleverna inte ska ställas frågor som kan upplevas känsliga, har endast korrelationsfaktorn kön tagits hänsyn till i denna undersökning.

Laborationer som del av naturvetenskaplig utbildning har beskrivits som ett unikt medium för utlärande, dock med en ouppnådd potential (Hofstein & Lunetta, 2004). För att laborationer ska kunna användas framgångsrikt i utbildningssyfte är det nödvändigt att de varken konstrueras eller genomförs okritiskt och oförsiktigt (Hofstein & Kind, 2012; Hofstein & Lunetta, 2004; Millar, Tiberghien, & Le Maréchal, 2002; Sjøberg, 2010). Vad just en framgångsrik laboration är, är inte självklart. Ett mått på en framgångsrik laboration är det som Millar m.fl. (2002) kallar för effektivitet. Det finns två typer av effektivitet, den första typen är hur väl elevernas handlingar under laborationen stämmer överens med de planerade handlingarna. Den andra typen är hur väl elevernas inlärning under laborationen stämmer överens med den önskade inlärningen. I forskningen har det funnits en tendens att döma hur framgångsrik en laboration är utifrån den andra typen av effektivitet (Hofstein & Lunetta, 2004; Nakhleh, Polles, & Malina, 2003). Utifrån det här kognitiva perspektivet på laborationers syfte har jämförelser mellan laborationer och icke-laborativa lärosituationer haft blandade resultat. En del forskare menar att laborationer inte bör genomföras i undervisningen då de inte bidrar signifikant till elevernas lärande, medan andra forskare menar att laborationer har ett inneboende värde som undervisningsmoment men behöver genomföras mer genomtänkt (Nakhleh m.fl., 2003). I kontrast till detta har laborationers möjlighet att påverka elever ur ett affektivt perspektiv uppmärksammats, och mer forskning kring detta har önskats (Hofstein & Lunetta, 2004; Nakhleh m.fl., 2003).

Under 70- och 80-talet bekräftade många studier just att laborationer har stora möjligheter att positivt påverka elevers attityd gentemot naturvetenskap. Positiva erfarenheter vid laborativt arbete visade sig vara en bidragande faktor för elever som sökte vidare studier inom naturvetenskapliga ämnen (Hofstein, 2004; Hofstein & Lunetta, 2004). Efter denna period fokuserades det dock på den kognitiva domänen inom forskningen kring laborativt arbete, på bekostnad av forskning kring

den affektiva domänen (Hofstein, 2004; Hofstein & Lunetta, 2004). Sedan artikeln av Hofstein och Lunetta (2004) har nya studier genomförts om laborationers möjlighet till påverkan på elevers affektiva domän. En studie av Abrahams (2009) visar att laborationer har en möjlighet att positivt påverka elever inom den affektiva domänen endast under en kortare period, dock behandlar studien motivation och intresse, inte attityd. Lärarnas syfte med laborationerna som genomfördes under studien var inte att eleverna skulle lära sig kemi eller få ändrad syn på ämnet, utan syftet var att ge omotiverade elever en kort paus från de vanliga lektionerna. Att laborationernas affektiva påverkan endast var kortvarig kan därmed ha varit en självuppfyllande profetia, eftersom laborativt arbete behöver användas med syftena i åtanke för att kunna uppfylla dem. Snarare än att visa på laborationers oförmåga att påverka elever affektivt under en längre period än några lektioner, är studien ett vittnande av laborationers okritiska användning, som kommenterats i tidigare nämnda studier. I kontrast till detta visade en studie av Ural (2016) att genomtänkta kemilaborationer genomförda av universitetsstudenter ledde till en mer långvarig, signifikant affektiv påverkan hos studenterna.

Litteratur kring lärares lärande i samband med genomförande av laborationer utanför skolan där läraren är observatör har inte hittats, det verkar därmed vara ett outforskat område. Däremot har studier kring lärares lärande i informella läromiljöer tidigare genomförts. Dessa läromiljöer är informella ur lärarens perspektiv, vilket kan innebära sådant som vanlig klassrumsundervisning eller laborationsgenomförande. Hoekstra, Brekelmans, Beijaard, och Korthagen (2009) har undersökt erfarna lärares informella lärande i skolmiljöer kring hur de hanterar elevers aktiva och självreglerande lärande (eng: active and self-regulated learning, ASL). Deras resultat visar på att lärarnas självrapporterade informella lärande oftast kommer från metakognitiva aktiviteter, som att pröva nya lärmetoder eller fundera över sin egen utövning av läroprofessionen. De visar också på att lärares informella lärande varierar tydligt från lärare till lärare. Väldigt få av studierna av lärares informella lärande är genomförda i samband med klassbesök utanför skolan. Ett undantag är en studie av Storksdieck (2001) som undersöker skillnaderna mellan elevers och lärares upplevelser under museibesök. Resultaten från studien av Storksdieck (2001) visar att lärare har större förkunskap och är mer intresserade av museibesök än elever, samt att lärarna påverkas mer ur ett korttidsperspektiv när det kommer till intresse och lust att lära mer. I den här undersökningen genomförs laborationen i en miljö som är informell ur ett lärandeperspektiv för både lärare och elever, där lärarna endast är observatörer. Det är möjligt att lärare i denna miljö påverkas på ett liknande sätt som lärarna i studien av Storksdieck (2001). Dock är denna studie avgränsad till att undersöka ifall lärarna på något sätt inspireras av besöket, och vad de i så fall tar med sig.

1.2.2 Laborationens relevans

Som en del av laborationsutvecklandet har laborationens relevans som undervisningsmaterial för kemi i grundskolans senare år undersökts. Denna relevans kan motiveras på olika sätt utifrån grundskolans läroplan. Under avsnittet kunskaper, under skolans övergripande mål och riktlinjer, står det:

> ”Skolan ska ansvara för att varje elev efter genomgången grundskola … kan använda kunskaper från de naturvetenskapliga … kunskapsområdena för vidare studier, i samhällsliv och vardagsliv.” (Skolverket, 2017, s. 13)

De teoretiska principer som behandlas under laborationen är viktiga i kemikurserna på gymnasienivå, vilket bidrar till punkten kring vidare studier. Vidare bidrar laborationen även med kunskaper om tillsatser och färgämnen i livsmedel, vilket kan användas och vara relevant i vardagslivet. Under kemiämnets syfte står det att:

> ”Undervisningen i ämnet kemi ska syfta till att eleverna utvecklar kunskaper om kemiska sammanhang och nyfikenhet på och intresse för att undersöka omvärlden.” (Skolverket, 2017, s. 179)

Detta kan laborationen bidra till genom att eleverna får en inblick i hur omvärlden praktiskt kan undersökas utifrån dess kemiska egenskaper. Laborationen berör, åtminstone delvis, några punkter som ingår i kemiämnets centrala innehåll, dessa är:

> ”Separations- och analysmetoder, till exempel destillation och identifikation av ämnen.”
>
> ”Dokumentation av undersökningar med tabeller, diagram, bilder och skriftliga rapporter, såväl med som utan digitala verktyg.”
>
> ”Innehållet i mat och drycker och dess betydelse för hälsan. Kemiska processer i människokroppen, till exempel matspjälkning.” (Skolverket, 2017, s. 183)

I laborationen används just en separationsmetod för att separera innehållet i mat och drycker, och resultaten ska dokumenteras av eleverna.

Jag har undersökt hur mycket om löslighet, polaritet, och kromatografi som behandlas i tre kursböcker om kemi, riktade mot grundskolans senare år (Gidhagen & Åberg, 2012; F. Nettelblad & Ekdahl, 2006; K. Nettelblad, 2000). Endast en av dessa böcker är anpassad till den senaste läroplanen, men av erfarenhet så skiljer inte innehållet i kursböcker mycket åt. Böckerna undersöktes för att få en idé om hur mycket inom detta område som kan förväntas att eleverna har tagit del av innan laborationen, och för att bättre avgöra om laborationen har en naturlig plats i elevernas utbildning. Två av tre böcker beskriver kromatografi kort som en separationsmetod som beror på hur enkelt ämnena som ska separeras kan röra sig genom eller över något material. Den tredje boken nämner inte kromatografi alls. Löslighet nämns i alla böckerna, men då om löslighet av ämnen som socker och salt i vatten. Hur interaktionerna mellan molekyler är relaterat till löslighet nämns inte alls, och därmed heller inte principen lika löser lika. Ingen av böckerna behandlar konceptet polaritet hos molekyler. Detta medan polaritet används centralt i förklaringar när det kommer till löslighet i kemiböcker för gymnasiekursen kemi 1 (se exempelvis Andersson, Sonesson, Svahn, & Tullberg, 2012; Borén m.fl., 2011).

Med kursplanen och kursböckerna i åtanke kan en laboration om kromatografi bidra med en utmärkt möjlighet för elever att fördjupa sig i löslighet, i en

separationsmetod, och något i livsmedelsfärgers kemi. Samtidigt får de en introduktion till begreppet polaritet, som är ett centralt begrepp i gymnasiekemi.

Jag har även sökt efter laborationer om kolonnkromatografi. De funna laborationerna som behandlar teori är alla anpassade för gymnasieelever, antingen explicit i texten, eller implicit då teoriinnehållet kräver kemikunskaper som undervisas först i gymnasiekurser (Barden-Gabbei & Moffitt, 2006; Chism, 2002; Flinn Scientific, 2016; Reynolds & O'Dell, 1992; Sauterer & Jones, 2000). Därav har teoriinnehållet i laborationen framarbetats från grunden i ett försök att anpassa det efter vad elever i grundskolans senare år har för kunskaper inom kemi. Laborationens lämplighet för grundskoleelever har därmed undersökts under detta arbete, även om det inte är studiens huvudsakliga syfte.

1.3 Syfte och frågeställningar

Alla de studier jag hittat som undersöker laborationers eventuella påverkan på elevers attityder gentemot naturvetenskap är genomförda i miljöer som är familjära för eleverna. Dessa studiers syfte har alltså varit att undersöka laborationernas påverkan på eleverna i ordinarie undervisning. De kommenterades i bakgrundsavsnittet (avsnitt 1.2). I denna undersökning genomförs laborationerna på annan plats än eleverna är vana vid, på detta sätt skiljer sig denna undersökning från tidigare forskning. Detta öppnar även upp för möjligheten att undersöka eventuell påverkan på läraren av laborationstillfället.

Denna undersökning har som syfte att undersöka hur, om alls, en viss laboration i kromatografi utförd på icke-ordinarie plats påverkar högstadieelevers attityder gentemot ämnet kemi ur ett kortare tidsperspektiv, samt hur lärare upplever besöket både för eleverna och för sig själv. För att undersökningen ska uppnå sitt syfte sökes följande frågor besvaras:

- Cirka en vecka efter laborationens genomförande, hur har elevernas attityd gentemot kemi påverkats?
- Cirka en vecka efter laborationens genomförande, hur upplever lärarna att eleverna påverkats?
- Vad upplever lärarna att de kan ta med sig från laborationen för användning i sin egen undervisning?

2 Teori

Inom forskningen kring attityd har en universell definition av attityd gentemot naturvetenskap saknats (Koballa & Glynn, 2007; Osborne m.fl., 2003), även om en del centrala punkter är återkommande. Detta har gjort det viktigt att både avgöra vilken definition som används i ett arbete som läses, och att själv tydligt beskriva vad som menas med attityd gentemot naturvetenskap då det används. En definition som presenterats av Petty och Cacioppo (1981, s. 7) [översatt till svenska av mig] och av Ekborg m.fl. (2012, s. 41), är att "en attityd är en generell och bestående positiv eller negativ känsla för en person, ett objekt, eller en företeelse". Den här undersökningen utgår ifrån denna definition. Definitionen är dock delvis öppen för tolkning. Det finns två dominerande sätt att behandla attityder. Det ena sättet är att

låta attityd innefatta affektiva, beteendemässiga, och kognitiva faktorer, medan det andra sättet är att låta endast affektiva faktorer ingå under begreppet attityd (Francis & Greer, 1999). I denna undersökning behandlas endast den affektiva domänen. Även olika tolkningar kan uppstå då attityd ska användas i kontexten attityd gentemot naturvetenskap (Koballa & Glynn, 2007; Osborne m.fl., 2003). Dessa olika tolkningar av attitydbegreppet har uppkommit då begreppet naturvetenskap kan ha olika innebörd beroende på kontext. Det kan handla om till exempel naturvetenskap i skolan, i samhället, eller som professionell karriär, och vilken kontext en undersökning fokuserar på är inte alltid tydligt (Koballa & Glynn, 2007). När skolelevers attityder gentemot naturvetenskap undersöks i ett akademiskt sammanhang är det därför nödvändigt att specificera frågorna i undersökningen så att det blir möjligt att analysera elevernas attityder gentemot just skolnaturvetenskapen (Osborne m.fl., 2003). Detta eftersom elevers attityd gentemot naturvetenskap kan skiljas åt beroende på vilken kontext naturvetenskapen är i (Ekborg m.fl., 2012; Osborne m.fl., 2003). I denna undersökning är inte alla frågorna i frågeformuläret specifikt riktade mot skolkemi, men i de fall det handlar om kemi som skolämne står det explicit i frågan att det gäller skolämnet.

Den definition av attityd som används i denna undersökning kan jämföras med konstruktionen situationellt intresse, som kan definieras som en positiv eller negativ känsla för en person, ett objekt, eller en företeelse i stunden av interaktion, och som leder till ökad uppmärksamhet eller involvering kring personen, objektet, eller företeelsen (Hidi, 1990). Till skillnad från situationellt intresse är inte ökad uppmärksamhet eller involvering en del av definitionen av attityd. Det har dock visats att det ändå finns en mätbar, signifikant korrelation mellan positiva attityder gentemot naturvetenskap och ökat intresse och motivation (Osborne m.fl., 2003). En attityd är inte heller direkt beroende av interaktionen med föremålet för attityden, så som situationellt intresse är, vilket möjliggör datainsamling av deltagarnas attityder gentemot kemi och kromatografi vid ett senare tillfälle än laborationstillfället.

Attityd gentemot naturvetenskap har visat sig korrelera med flera faktorer (Francis & Greer, 1999; Koballa & Glynn, 2007; Osborne m.fl., 2003) som presenterats i bakgrunden (avsnitt 1.2). Av dessa faktorer anses kön ofta vara den mest signifikanta (Osborne m.fl., 2003), vilket stödjs av resultaten i TIMSS 2015 som visade att ”med undantag för biologi … är flickor mycket mer negativt inställda till att lära sig NO-ämnena än pojkar” (Skolverket, 2016b, s. 64). Att vilja studera mer inom ämnet är en av de faktorer som är inkluderade i mätningen av elevernas attityd gentemot kemi i denna undersökning. Kön är den enda korrelationsfaktorn som behandlas i detta arbete.

3 Metod

3.1 Urval

Eftersom laborationen genomfördes på Vetenskapens Hus och inte på klassernas skolor, användes Vetenskapens Hus nyhetsbrev för att hitta klasser att genomföra

laborationerna med. Nyhetsbrevet skickas till intresserade som själv valt att prenumerera på det. De klasser som först visade intresse var de som fick möjlighet att delta i genomförandet av laborationen och undersökningen. Samtidigt som detta kan ses som ett bekvämlighetsurval (Denscombe, 2016) då de första möjliga deltagarna var de som deltog i undersökningen, så är det även representativt för den verksamhet som bedrivs av Vetenskapens Hus. Laborationen är tänkt att användas i den kontexten även i framtiden, och därmed anses urvalsmetoden lämplig för genomförandet av denna undersökning.

Två lärare, med vardera två klasser, deltog i undersökningen. Totalt var det cirka 80 elever i dessa fyra klasser, men endast 37 av eleverna slutförde sitt deltagande i undersökningen. Av dessa 37 eleverna var 9 pojkar och 28 flickor.

3.2 Arbetsprocessen

Arbetsprocessen för detta arbete kan delas in i fyra olika moment: en litteraturstudie för att samla nödvändig information för att genomföra undersökningen, utvecklande av laborationen, insamling av data, och analys av data. Arbetet fortgick inte nödvändigtvis i den ordningen, då litteraturstudien ofta genomfördes parallellt med de andra momenten. En del av undersökningens syfte är att jämföra elevernas attityder före och efter deltagande i laborationen. Därav skedde datainsamlingen både kort innan och kort efter laborationens genomförande. Att följa upp undersökningen och göra en datainsamling vid ett ännu senare tillfälle vore intressant, dock fanns inte möjligheten att genomföra det inom ramen för denna undersökning.

Generellt användes ett iterativt arbetssätt under arbetets gång, där idéer och utkast till laborationen och datainsamlingen snabbt framarbetades i diskussion med handledarna, för att sedan jämföras mot litteratur och revideras utefter det. Tidiga versioner av laborationen genomfördes vid två tillfällen innan den genomfördes av klasserna som deltog i undersökningen. Det fanns alltså möjlighet att utifrån praktiska erfarenheter revidera laborationen innan genomförandet.

3.3 Litteraturstudie

Eftersom undersökningen berörde elevers attityder gentemot ämnet och ämnesområdet genomförde jag en litteraturstudie kring attityder, både i allmänhet och för naturvetenskapliga skolämnen. Detta var nödvändigt eftersom det inte är självklart vad attityd innebär, hur det är en del av elevers skolgång, och hur det kan operationaliseras.

3.4 Utveckling av laboration

Innan laborationen konstruerades fördjupade jag mig i området kromatografi, specifikt fastfasextraktion, som är den kromatografimetod som används i laborationen. Detta gjordes dels för att underlätta val av relevant teoriinnehåll för laborationen, och dels för att underlätta val av material.

3.4.1 Teori kromatografi

Kromatografi är ett paraplynamn för flera separationsmetoder som alla utnyttjar ämnens tendens att fördelas olika mellan en stationär och en mobil fas (Campbell & Farrell, 2012; Henriksson, 2002). När den mobila fasen, med analyterna, rör sig

över den stationära fasen uppstår en jämvikt mellan analytens befinnande löst i mobila fasen och adsorberat till den stationära fasen. Om jämvikten är förskjuten mot analyten i mobil fas rör sig analyten snabbare genom eller över den stationära fasen än när jämvikten är förskjuten mot adsorption av analyt. Jämviktens förskjutning beror på analytens interaktioner med stationära fasen och lösningsmedlet (Campbell & Farrell, 2012). Detta förutsatt att interaktioner mellan stationära fasen och lösningsmedlet är svaga. Starka interaktioner mellan stationär fas och lösningsmedel skulle leda till konkurrens mellan analyten och lösningsmedlet när det kommer till adsorption till stationära fasen. När den stationära fasen är i form av ett pulver packat i en cylinder kallas den stationära fasen med dess husering för kolonn.

I laborationen som användes för denna undersökning används fastfasextraktion (eng: solid phase extraction, SPE), vilket är en typ av vätskekromatografi. I vätskekromatografi är den stationära fasen i fast form och den mobila fasen är i vätskeform. Den stationära fasen är opolär, medan den mobila fasen är polär. Detta kallas för omvänd fas, medan motsatsen kallas normalfas (Supelco, 1998). Vid normalfas och omvänd fas separeras analyterna efter polaritet, där den analyt vars polaritet mest liknar den stationära fasens polaritet rör sig långsammast över eller genom stationära fasen. Beroende på vilken stationär fas som används kan kromatografi separera ämnen baserat på annat än polaritet. Till exempel separerar gelfiltreringskromatografi utifrån storlek, jonbyteskromatografi utifrån laddning, och affinitetskromatografi utifrån någon specifik egenskap hos analyten, vanligast för proteiner (Campbell & Farrell, 2012). I laborationen används omvänd fas-kromatografi eftersom färgämnena är polära, dock inte alls lika polära som vatten, och lösta i vatten. Om en polär stationär fas använts hade interaktionerna mellan vattnet och stationära fasen varit starkare än mellan färgämnena och stationära fasen, vilket skulle leda till låg adsorption hos färgämnena och därmed dålig eller ingen separation.

När eluenten, vätskan som ska skölja ur färgämnena, är vatten är jämvikten för färgämnena starkt förskjuten mot adsorption till stationära fasen, vilket visar sig i att färgämnena sitter kvar precis i början av kolonnen. Det skulle då krävas stora mängder vatten för att få färgämnena ur kolonnen. Successivt minskas polariteten hos eluenten genom ökning av koncentrationen etanol. Jämvikten för färgämnena förskjuts då successivt mot att vara löst i eluenten. Detta sker snabbast för de färgämnen som är mest polära, vilket gör att de sköljs ut ur kolonnen tidigare än de mindre polära färgämnena.

3.4.2 Konstruktion av laboration

Laborationen utvecklades inte från grunden. Redan innan detta arbete påbörjades fanns ett första utkast, eftersom en liknande laboration tidigare genomförts under ett sommarprogram på Vetenskapens Hus. Dock var laborationen långt ifrån redo att användas som ett ordinarie besökspass på Vetenskapens Hus. Tidigt under utvecklingsprocessen var två elever i årskurs 8 med och testade genomförandet av laborationen. Detta bidrog med elevers perspektiv på vilket material som var lämpligt att använda under laborationen och en uppfattning om ungefärlig tidsåtgång för genomförandet av laborationen. Vid ett senare tillfälle testades en

kortare version av laborationen två gånger, 60 istället för 90 minuter lång. Laborationen genomfördes en gång med vardera halva av en gymnasieklass som studerade kemi 1. Under denna testomgång observerade en anställd på Vetenskapens Hus genomförandet av laborationen för ökad möjlighet att hitta förbättringsområden. Den praktiska erfarenhet av laborationen som erhölls under dessa genomföranden användes tillsammans med tidigare forskningsresultat, vilka kommenteras i kommande stycken, för att framarbeta den slutgiltiga versionen av laborationen. En av de största förändringar som denna testomgång ledde till var att antalet tillgängliga färger för separation minskades från tio till sex. Färgerna togs bort av olika anledningar, dessa var bland annat att en färg kunde vara för svag, den kunde kräva extra instruktioner, som blandande med annan färg för att ge icke-trivialt resultat, eller att båda färgkomponenterna ibland eluerades samtidigt så att det inte blev någon separation alls. Mängden material per elevgrupp minskades också, då en del material upptäcktes vara överflödig, eller tillförde väldigt lite.

Under utvecklingsarbetet klassificerades laborationen utifrån ett schema framtaget av Millar m.fl. (2002). Syftet var att få en överblick över laborationen för att underlätta anpassning av laborationen utefter önskat syfte. Klassificeringen tydliggjorde att laborationens utförande i sig inte är ovanlig. Eleverna ska följa en specificerad metod, observera skeendet, och fundera över vad skeendet, tillsammans med en princip, avslöjar om det som testades. Detta klassificeringsschema behandlar endast utförandet av laborationen, men det har visats att vilken slags laboration som genomförs i sig inte är avgörande för om laborationen är framgångsrik eller ej. Istället läggs det vikt vid vilka typer av interaktioner som sker under laborationen (Anderhag, Hamza, & Wickman, 2015; Eskilsson & Helldén, 2005) och laborationens design i förhållande till dess syfte (Millar m.fl., 2002; Sjøberg, 2010). Det finns även forskning som starkt förespråkar undersökande (eng: inquiry-type) laborationer för att elever ska utveckla sitt lärande av högre ordning (eng: high-level learning, Hofstein, 2004). Med lärande av högre ordning menas förbättrande av färdigheter så som värdering och skapande av ny kunskap. Dock är sådana typer av laborationer väldigt tidskrävande (Hofstein, 2004) och inte möjliga att genomföra inom den tidsram och kontext som är tänkt för laborationen i denna undersökning.

Eskilsson (2008), och Eskilsson och Helldén (2005) har visat att elevdiskussioner, både inom och mellan grupper, kan ge positiva resultat under en kemilaboration. I dessa undersökningar utgick de ifrån ett socialkonstruktivistiskt synsätt på lärande. Detta innebär att lärande främst ses som en social process där kunskap skapas i ett sällskap (Illeris & Andersson, 2007), vilket uppmuntrar diskussion och dialog för lärande. Att få elever att diskutera mellan grupper kan göras genom att låta grupperna, i par, presentera och förklara för den andra gruppen vad de gjort under laborationen. Eskilsson (2008) upptäckte att när eleverna behövde förbereda en presentation för någon annan ökade deras fokus på att förstå laborationen, och nya begrepp och kunskaper användes i presentationen. Momentet med diskussion mellan grupperna mot slutet av laborationen som används för den här undersökningen utgår från ett socialkonstruktivistiskt perspektiv och inspirerades av texterna av Eskilsson (2008), och Eskilsson och Helldén (2005). Även en tidsaspekt spelade roll i det valet. Eleverna önskades få möjlighet att diskutera

laborationen direkt vid laborationstillfället. Helklassdiskussion undveks för att öka möjligheten för alla elever att komma till tals, så att alla kunde ta del av fördelarna med deltagande i diskussioner.

Både innan och efter det praktiska utförandet av laborationen fick eleverna svara på mentometerfrågor (återfinns i Bilaga 1, s. 43 och 45). Detta gjordes dels för att frågorna hade möjlighet att användas diagnostiskt för att möjliggöra anpassning av teorigenomgång till gruppen, och dels för att öka elevernas involvering under hela laborationspasset.

Utöver detta utvecklades laborationen med hjälp av praktiska erfarenheter, återkopplingen från de som testade laborationen, och diskussion med handledare. Laborationens syfte, att vara estetisk och spännande samtidigt som kromatografi och relaterade begrepp introduceras, fanns alltid i åtanke då innehållet i laborationen bestämdes. Elevhandledning, besöksledarhandledning, observationsschema, och presentationen till den utvecklade laborationen återfinns i Bilaga 1.

3.5 Datainsamling

För datainsamling kombinerades två metoder, frågeformulär och intervju. Eleverna fick svara på ett frågeformulär både innan och efter laborationens genomförande, och lärarna intervjuades. Det finns flera anledningar till att datainsamlingen genomfördes på det här viset. I ett försök att få en helhetsbild av laborationens inverkan på deltagarna ansågs det nödvändigt att både elevernas och lärarnas perspektiv var representerade. Att eleverna fick svara på ett frågeformulär berodde delvis på att antalet elever var så pass stort att annan datainsamlingsmetod hade medfört svårigheter med att ta hänsyn till alla elevers åsikter i så stor mån som möjligt. Intervju av elever valdes bort eftersom intervju är en datainsamlingsmetod som kan vara praktiskt svårgenomförd, både tidsmässigt och organisatoriskt (Denscombe, 2016). Jag önskade ändå använda intervjuer vid datainsamlingen då de har möjlighet att ge kvalitativ och djupgående information (Bjørndal & Nilsson, 2005; Denscombe, 2016). Det passade därmed väl att intervjua lärarna då de var betydligt färre.

Frågeformuläret som konstruerats för denna undersökning bygger på det frågeformulär Francis och Greer (1999) tagit fram för att mäta elevers attityd gentemot vetenskap inom den affektiva domänen, både allmänt och som skolämne. Deras formulär innehåller 20 påståenden om naturvetenskap, och de tas ställning till utefter en likertskala med tre alternativ. Resultaten av deras undersökning visar att formuläret ger likartade resultat som tidigare metoder för studier av skolelevers attityd gentemot naturvetenskap, vilket styrker reliabiliteten hos formuläret (Francis & Greer, 1999). Påståendena som används i denna undersökning för att undersöka elevernas attityd gentemot ämnet kemi är samma påståenden som Francis och Greer använder, översatta till svenska med ordet naturvetenskap utbytt mot kemi (återfinns i Tabell 1). Dock användes sju svarsalternativ istället för tre. Dessa alternativ är:

- Stämmer verkligen
- Stämmer

- Stämmer delvis
- Neutral
- Stämmer delvis inte
- Stämmer inte
- Stämmer verkligen inte

Sju alternativ har valts för att minska den affektiva påverkan på en elev som måste ske för att denne ska ändra sitt svar på någon fråga. Matell & Jacoby (1972) har visat att antalet svarsalternativ inte påverkar genomsnittssvaret signifikant.

De övriga frågorna, som behandlar ämnesområdet kromatografi, har inte samma direkta koppling till frågorna av Francis och Greer (1999) eftersom de inte är möjliga att anpassa till ett så pass specifikt ämnesområde som kromatografi. Istället har frågorna formulerats med denna undersöknings syfte i åtanke (återfinns i Tabell 2). Även om reliabiliteten hos frågeformuläret inte fullt säkerställts bör det kunna bidra med kunskap relevant till undersökningens syfte och frågeställningar.

En intervjuguide användes vid intervju av lärarna (återfinns i Bilaga 2). Denna intervjuguide togs fram genom att de forskningsfrågor som relaterade till intervjuerna omformades till flera intervjufrågor, alla med syfte att bidra till svarandet på forskningsfrågorna. Kvale och Brinkmann (2014) menar att det finns två dimensioner i samtalet som intervjufrågor bör ta hänsyn till, den tematiska och den dynamiska. Den tematiska dimensionen handlar om fakta som kan användas för att svara på forskningsfrågorna, medan den dynamiska dimensionen handlar om att stimulera till en positiv interaktion. Syftet med att ha intervjufrågor som behandlar den dynamiska dimensionen är att skapa ett naturligt samtal mellan intervjuare och intervjuperson, vilket ger informella, informativa svar (Kvale & Brinkmann, 2014). Frågor av både tematisk och dynamisk dimension är typiskt sådana som ber om en redogörelse för en händelse, eller hur intervjupersonen upplevde ett skeende. Dessa bör formuleras på ett sätt som för intervjupersonen är naturligt och lättförstått.

Intervjuerna var av semistrukturerad art, vilket innebär att en intervjuguide med frågor och teman var förberedd, men utvecklande av intervjupersonens idéer och avvikande från guiden ses som naturligt (Denscombe, 2016). Semistrukturerade intervjuer möjliggör att temat bestäms av intervjuaren, att centrala frågor svaras på, samtidigt som intervjupersonens svar och tankar kan utvecklas och diskuteras. För de forskningsfrågor som intervjuerna var tänkta att svara på passade denna intervjustruktur väl. En av intervjuerna spelades in och transkriberades, medan den andra genomfördes via mejl.

3.6 Analysmetod

Vid jämförelse av data insamlad innan och efter laborationsgenomförandet användes parade t-test för att avgöra om förändringen är statistiskt signifikant eller inte. För avgörande om skillnader mellan kön är av statistisk signifikans användes oparat t-test (mer detaljer återfinns i Bilaga 3). Per tradition används $p < 0{,}05$ som gräns för statistisk signifikans.

Stark kritik har riktats mot att använda parametriska tester, så som t-test, vid analys av Likertskalor (Norman, 2010). Kritiken handlar till största del om att Likertskalor är av ordinal karaktär, vilket innebär att avstånden mellan svarsalternativen inte är kända, och att datan inte nödvändigtvis är från en normalfördelad källa. Detta uttrycks som ett principiellt problem, eftersom parametriska tester utgår ifrån antaganden om normalfördelning och icke-nominal karaktär hos datan. Trots detta har Norman (2010) visat att de parametriska testerna är så pass robusta att även om antagandena inte uppfylls passar de för statistisk analys av Likertskalor.

3.7 Etiska överväganden

Eftersom undersökningen genomfördes med elever från årskurs 8 och 9 så fanns möjligheten att några av eleverna var yngre än 15 år. Därmed var det inte en självklarhet att alla elever fick delta i undersökningen utan vårdnadshavares medgivande (Lag om etikprövning av forskning som avser människor, SFS 2003:460). Elever yngre än 15 år ombads därmed inhämta eventuellt godkännande från vårdnadshavare om att få delta i undersökningen. På det sättet var det möjligt för fler elever att delta i undersökningen.

Fyra huvudkrav för etisk forskning har ställts upp av Vetenskapsrådet (2002). Dessa är informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet, och nyttjandekravet. För att uppfylla informationskravet har alla deltagare i undersökningen fått all relevant information om undersökningen i samband med första datainsamlingstillfället. Deltagarnas möjlighet att dra sig ur undersökningen när som helst betonades. Samtyckeskravet uppfylls genom att datainsamlingen är via frågeformulär och intervjuer, samtycke ges då implicit av deltagaren när frågor besvaras, och möjligheten att ångra sig fanns alltid för deltagarna. De enda personuppgifter som insamlades under undersökningen var deltagarnas namn för att möjliggöra jämförelse mellan de två olika frågeformulären, och för att para ihop målsmans intyg med rätt frågeformulär. Dessa sparades inte på annat sätt än som de var på frågeformulären, och ingen utomstående fick tillgång till svaren. I rapporten har alla möjliga signalement undvikits, och konfidentialitetskravet kan då anses uppnått. All information som samlats in har uteslutande använts för forskningens syfte, vilket är i linje med nyttjandekravet.

4 Resultat och analys

Totalt 41 elever svarade på både första och andra enkäten. Dessa elever kommer från fyra olika klasser från två olika skolor. Storleken på klasserna varierade mellan 11 och 30 elever. 37 av 41 elever var närvarande vid laborationstillfället. De 4 elever som besvarade båda enkäterna utan deltagande i laborationen kommer framöver hänvisas till som kontrollgruppen, trots vetskapen om att gruppen är alldeles för liten för att användas som kontrollgrupp i strikt mening. De 37 eleverna som både svarade på enkäterna och deltog i laborationen kallas försöksgruppen. Försöksgruppen och kontrollgruppen bestod av 9 pojkar och 28 flickor, respektive 1 pojke och 3 flickor.

Två lärare närvarade på laborationstillfällena och ställde upp på intervju ungefär en vecka senare. Dessa lärare har i denna rapport pseudonymen Emma och Lena. Emma och Lena är lärare till två av klasserna vardera. En av intervjuerna skedde via mejl på grund av sjukdomsskäl.

Nedan presenteras först resultaten från enkäterna och analyseras, både i sin helhet, utifrån kön, och utifrån lärare. Sedan presenteras utdrag ur intervjuerna som kan användas för jämförelse med enkätsvar och för att svara på frågeställningen om lärarnas upplevda påverkan av laborationstillfället. Sist kommer en kostnadsanalys av laborationen, i syfte att avgöra den ekonomiska hållbarheten hos laborationen.

För mer enkätdata än vad som presenteras nedan, se Bilaga 4.

4.1 Enkäter

Den första enkäten bestod av 22 påståenden att ta ställning till. De första 20 påståendena hittas i Tabell 1. Påståendena i Tabell 1 är de som Francis och Greer (1999) använde, översatta till svenska. De sista två påståendena i första enkäten behandlade kön och huruvida eleven var minst 15 år gammal vid ifyllandet. Den andra enkäten bestod av 26 påståenden att ta ställning till. De första 20 påståendena var samma som i första enkäten och hittas i Tabell 1. De nästkommande 5 påståendena handlade istället om kromatografi, och hittas i Tabell 2. Det sista påståendet handlade om huruvida eleven deltog i laborationen. En del av frågorna är omvänt formulerade. Att en fråga är omvänt formulerad innebär att den är formulerad sådant att *stämmer verkligen inte* är det mest positiva svaret.

Tabell 1: De första 20 påståendena i enkäterna. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna.

Påstående nummer	*Påstående*
*1	Kemi har förstört miljön
2	Att jobba i ett kemilaboratorium vore ett intressant sätt att tjäna pengar
3	Kemi är viktigt för ett lands utveckling
4	Det är värt att spendera pengar på kemiforskning
5	I min framtida karriär skulle jag vilja använda kemin jag lärt mig i skolan
6	Kemi kommer hjälpa till att göra världen en bättre plats i framtiden
*7	Upptäckter inom kemi gör mer skada än nytta
*8	Kemi är orsaken till många av världens problem
9	Kemi är ett roligt skolämne
10	Kemin som lärs ut i skolan är intressant
*11	Kemi är ett svårt skolämne
*12	Kemi är svårt när beräkningar blandas in
13	Kemi är relevant för vardagslivet
*14	Jag är ointresserad av kemi
15	Fler kemister behövs just nu
16	Att studera kemi gör mig glad
17	Jag kommer seriöst överväga att bli kemist när jag slutar skolan
18	Jag ser fram emot kemilektionerna i skolan
19	Jag skulle vilja förstå mer om kemiska förklaringar för saker

20	Jag skulle vilja studera kemi djupare än jag gör just nu

Tabell 2: Påstående 21 till 25 i andra enkäten. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna.

Påstående nummer	*Påstående*
21	Jag skulle vilja lära mig mer om hur kromatografi fungerar
*22	Kromatografi är ett tråkigt område
*23	Att kromatografi finns är dåligt för samhället
24	Jag skulle vilja lära mig mer om hur kromatografi kan användas
25	Kromatografi är ett intressant område

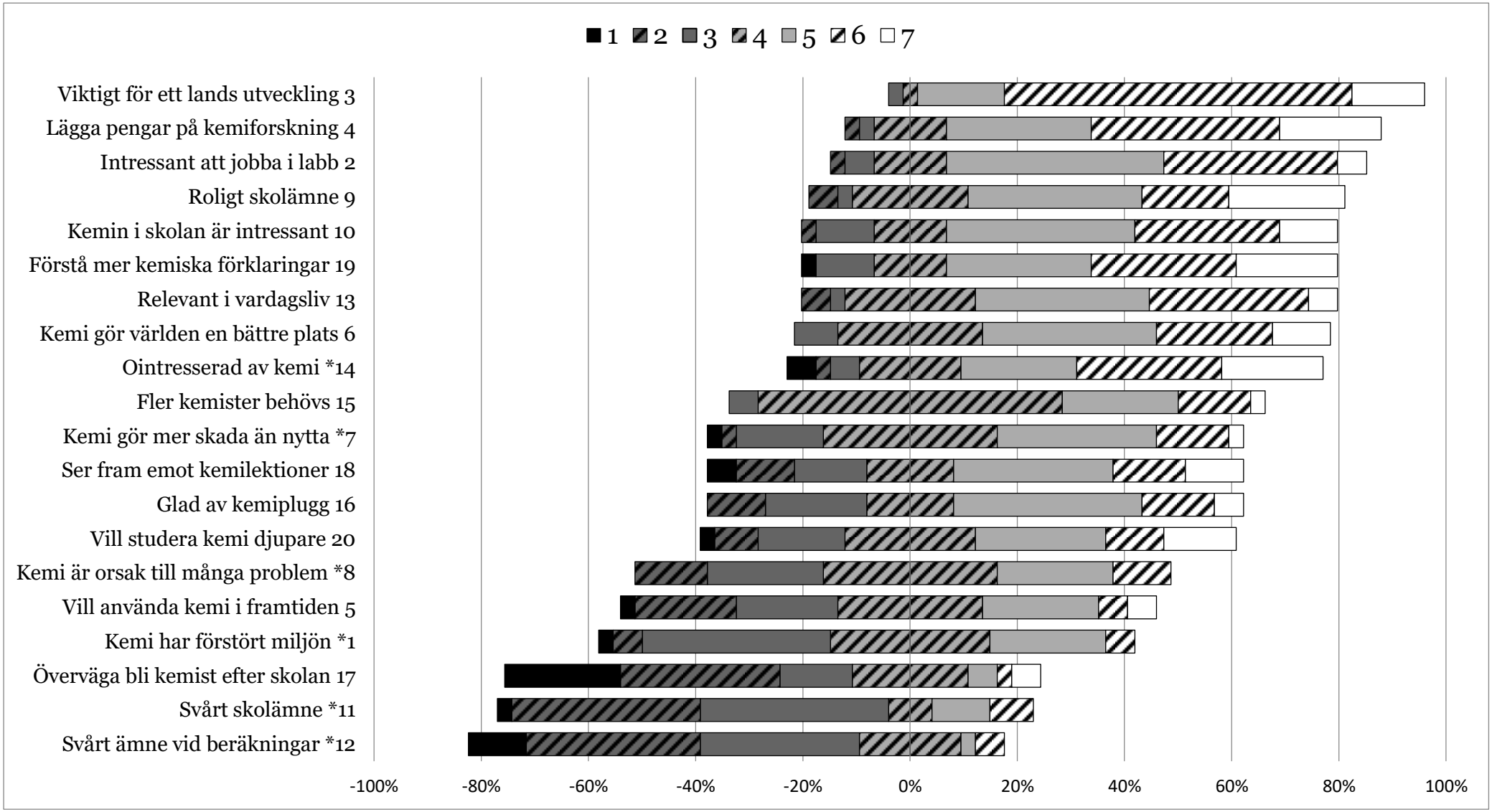
För att möjliggöra jämförelse mellan svaren innan och efter laborationen har varje svarsalternativ tilldelats ett värde. Alternativet *Stämmer verkligen inte* har värdet 1, alternativet *Stämmer verkligen* har värdet 7, och resterande alternativ har värden där emellan. För omvänt formulerade frågor tilldelades värdena spegelvänt, så att *Stämmer verkligen inte* har värdet 7. Denna tilldelning av värden leder till en minimal summa på 20 och en maximal summa på 140, vid summering över alla svaren från en respondent. 20 motsvarar att alla de mest negativa svaren givits, och 140 motsvarar att alla de mest positiva svaren givits. Vid första svarstillfället erhölls en genomsnittlig summa på 89,4 (för svarsfördelning se Figur 1). Vid andra svarstillfället var motsvarande summa istället 91,1 (för frekvensförändringar per fråga se Tabell 3). Denna förändring är inte statistiskt signifikant (p = 0,11). För de 9 pojkarna var den genomsnittliga summan innan och efter laborationen 92,7 respektive 95,2 (p = 0,18, för svarsfördelning och frekvensförändring se Bilaga 4: Figur 2 och Tabell 5). För de 28 flickorna var den genomsnittliga summan innan och efter laborationen 88,3 respektive 89,8 (p = 0,26, för svarsfördelning och frekvensförändring se Bilaga 4: Figur 3 och Tabell 6). T-test visar att skillnaderna mellan könen inte är statistiskt signifikanta i denna undersökning, p = 0,55 när svaren vid första svarstillfället jämförs, och p = 0,43 vid andra svarstillfället. För de 4 eleverna i kontrollgruppen var den genomsnittliga summan 105,8 vid första svarstillfället, och 102,5 vid andra svarstillfället (p = 0,42). Resultaten från kontrollgruppen bör användas med försiktighet, dels för att gruppen är så pass liten, men även eftersom genomsnittliga summan vid första tillfället var så pass stor. Det är alltså inte självklart att dra slutsatsen att kontrollgruppens svar styrker laborationens påverkan på elevers attityder, eftersom förändringen mellan svarstillfällena skulle kunna vara en regression mot medelvärdet, samt att den inte är statistiskt signifikant.

Eftersom pojkarnas och flickornas attityder var olika vid första tillfället är det inte lämpligt att direkt jämföra de genomsnittliga absoluta förändringarna på 2,6 och 1,5 för pojkarna respektive flickorna. Istället har jag jämfört de relativa förändringarna hos avstånden mellan genomsnittlig summa och maximal summa. För pojkarna var avståndet mellan genomsnittlig summa och maximal summa 47,3 vid första svarstillfället. För flickorna var motsvarande avstånd 51,7. De genomsnittliga

absoluta förändringarna på 2,6 och 1,5 för pojkarna respektive flickorna innebär att avståndet minskat med 5,5 % för pojkarna och 2,9 % för flickorna mellan mättillfällena. När denna relativa förändring analyseras på individnivå så är den inte statistiskt signifikant (p = 0,57).

Däremot syns skillnader mellan könens förändringar när frågorna undersöks individuellt (för frekvensförändringar per fråga se Tabell 3 och Bilaga 4: Tabell 5 och 6). Över alla respondenter, och för pojkarna, är förändringen inte statistiskt signifikant för något individuellt påstående. För flickorna var förändringen statistiskt signifikant för påstående 1 *kemi har förstört miljön*. Den genomsnittliga förändringen var 0,46 svarsalternativ i riktning mot *stämmer verkligen inte* och p = 0,03. I konstrast till det var pojkarnas genomsnittliga förändring 0,08 svarsalternativ i motsatt riktning, med p = 0,40.

Om eleverna istället grupperas utifrån vilken lärare de har så fås andra resultat. Emmas elever hade en genomsnittlig summa på 92,5 vid första svarstillfället och 91,5 vid andra svarstillfället, vilket inte är en statistiskt signifikant förändring (p = 0,67). Lenas elever hade en genomsnittlig summa på 87,7 vid första svarstillfället och 90,9 vid andra tillfället, vilket är en statistiskt signifikant förändring (p = 0,008). Intervjusvaren av Emma och Lena stödjer och bekräftar dessa förändringar.



Figur 1: Svarsfördelning innan laborationens genomförande. 7 är det mest positiva svaret (*stämmer verkligen inte* för omvänt formulerade frågor) och 1 är det mest negativa svaret. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. $N = 37$. För fullständiga påståenden se Tabell 1.

Tabell 3: Förändring i antal svar mellan första och andra enkäten. En genomsnittlig förändring på 1 motsvarar att alla respondenter svarade ett steg närmare *Stämmer verkligen* vid andra tillfället. För omvänt formulerade frågor motsvarar det istället ett steg närmare *Stämmer verkligen inte*. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. *N* = 37. För fullständiga påståenden se Tabell 1.

Påstående	*Stämmer verkligen*	*Stämmer*	*Stämmer delvis*	*Neutral*	*Stämmer delvis inte*	*Stämmer inte*	*Stämmer verkligen inte*	*Genomsnittlig förändring*	*p*
Kemi har förstört miljön *1	0	-2	2	-4	1	2	1	0,27	0,15
Intressant att jobba i labb 2	1	-3	-1	4	-2	0	1	-0,14	0,30
Viktigt för ett lands utveckling 3	6	-10	6	-1	-1	0	0	0,14	0,39
Lägga pengar på kemiforskning 4	-1	4	-2	-1	1	-1	0	0,11	0,44
Vill använda kemi i framtiden 5	0	3	1	0	0	-5	1	0,38	0,11
Kemi gör världen en bättre plats 6	1	-1	1	1	-2	0	0	0,11	0,42
Kemi gör mer skada än nytta *7	-1	-1	-2	2	2	-1	1	0,27	0,12
Kemi är orsak till många problem *8	1	-1	1	2	-4	0	1	-0,08	0,69
Roligt skolämne 9	-2	3	0	-3	1	0	1	-0,11	0,52
Kemin i skolan är intressant 10	-2	-1	4	-1	-1	1	0	-0,14	0,44
Svårt skolämne *11	5	-2	-3	1	-1	-1	1	-0,22	0,17
Svårt ämne vid beräkningar *12	3	-1	0	-3	0	-1	2	-0,08	0,66
Relevant i vardagsliv 13	-1	0	3	-2	2	-2	0	0,05	0,69
Ointresserad av kemi *14	-2	1	-1	0	2	1	-1	0,16	0,40
Fler kemister behövs 15	-1	4	-4	0	0	1	0	-0,03	0,85
Glad av kemiplugg 16	-1	1	3	2	-4	-2	1	0,19	0,18
Överväga bli kemist efter skolan 17	-1	1	1	-1	1	3	-4	0,14	0,34
Ser fram emot kemilektioner 18	-1	1	1	1	0	-1	-1	0,14	0,38
Förstå mer kemiska förklaringar 19	0	3	0	1	-4	1	-1	0,30	0,11
Vill studera kemi djupare 20	-1	1	4	0	-1	-2	-1	0,30	0,13

Svaren till de 5 påståendena om kromatografi i andra frågeformuläret tilldelades värden på samma sätt som de resterande 20 påståendena, för jämförelse. Minsta summa är 5, och största summa är 35. Den genomsnittliga summan för alla respondenterna var 22,7 (för svar se Tabell 4). För pojkarna var motsvarande summa 22,8 (för svar se Bilaga 4: Tabell 7) och för flickorna 22,7 (för svar se Bilaga 4: Tabell 8). Svarsalternativet *Neutral* är överrepresenterat för dessa 5 frågor, vid jämförelse mot de övriga 20 frågorna. Om poängskalorna normaliseras sådant att minsta summan är 0 och största summan är 100, så blir den genomsnittliga summan 59,0 för kromatografifrågorna och 59,3 för kemifrågorna vid andra svarstillfället. Respondenterna har alltså genomsnittligt nästan precist lika positiva attityder gentemot kromatografi som gentemot kemi, enligt dessa två attitydskalor. Trots det är 40,5 % av svaren på påståendena om kromatografi *Neutral*, medan motsvarande andel för kemi är 21,6 %.

Vid andra svarstillfället korrelerade respondenternas summor för kromatografifrågorna och kemifrågorna med 0,59.

Tabell 4: Svar kromatografi efter laborationens genomförande. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. $N = 37$.

Påstående nummer	*Stämmer verkligen*	*Stämmer*	*Stämmer delvis*	*Neutral*	*Stämmer delvis inte*	*Stämmer inte*	*Stämmer verkligen inte*
21	1	5	8	16	3	4	0
*22	0	3	4	13	11	5	1
*23	0	0	0	19	7	7	4
24	1	6	14	13	2	1	0
25	1	4	13	14	4	1	0

Påståenden: 21 Jag skulle vilja lära mig mer om hur kromatografi fungerar. *22 Kromatografi är ett tråkigt område. *23 Att kromatografi finns är dåligt för samhället. 24 Jag skulle vilja lära mig mer om hur kromatografi kan användas. 25 Kromatografi är ett intressant område.

4.2 Intervjuer

Två lärare som närvarade på minst ett laborationstillfälle var har intervjuats cirka en vecka efter laborationens genomförande. Dessa två lärare tilldelas pseudonymerna Emma och Lena.

4.2.1 Intervju Emma

Emma är lärare till 13 av de elever som deltog i undersökningen. Dessa elever är från två klasser med storlek 11 och 13 elever. De har en del av sin undervisning tillsammans i större grupp. Hennes elever hade en genomsnittlig summa på 92,5 vid första svarstillfället och 91,5 vid andra svarstillfället, vilket inte är en statistiskt signifikant förändring ($p = 0{,}67$). Både elevernas svar på frågeformuläret och Emmas svar under intervjun indikerar att laborationen inte hade någon positiv påverkan på eleverna när det kommer till attityd gentemot kemi och allmänt beteende under lektioner. Intervjun med Emma ger även en stark indikation om att laborationen inte heller hade negativ påverkan på eleverna.

Emma beskriver de deltagande eleverna som ”välartade i grunden. De lyssnar och springer inte runt och stökar. De är olika duktiga, men alla försöker och tar det

[lektioner och laborationer] på allvar". Denna beskrivning stämmer väl överens med det intryck jag fått av eleverna vid klassbesöken och laborationsgenomförandet. Vid frågan om Emma märkt eleverna prata något om laborationen vid lektionstillfällen efter genomförandet svarar hon att "jag har bara snabbt hunnit checka av. Då sa de att det var roligt och spännande att göra något annat än att vara på skolan. Men de pratade inte direkt om laborationen i sig". Eleverna upplevde alltså klassbesöket som positivt, men laborationen verkar inte lämnat ett större intryck på eleverna. Emma upplevde elevernas beteende under laborationstillfället som normalt, och har inte heller upplevt något onormalt beteende hos eleverna sedan laborationstillfället. Till sist beskrev Emma laborationen som bra, och besöket som roligt och givande, men att det inte är något eleverna är ovana vid.

Under laborationen noterade Emma inget, så som en aktivitet eller pedagogiskt verktyg, som hon vill implementera i sin egen undervisning. Däremot upplevde hon laborationen som väldigt bra och skulle gärna genomföra den, eller en liknande, i framtiden. Hon är väldigt intresserad av användandet av färger och estetik i sin undervisning, samt kopplande till verklighet. Detta tror hon laborationen har goda möjligheter att bidra till. Enligt Emma har även laborationen möjlighet att bidra till ökad laborationsvana för eleverna, med de instruktioner och det utförande som ingår i laborationen.

4.2.2 Intervju Lena

Intervjun med Lena skedde på grund av sjukdomsskäl via mejl. Jag bad om förtydligande av svar och ställde följdfrågor några gånger i syfte att närma den dialog som hade skett vid muntlig intervju. Lena är lärare till 24 av de elever som deltog i undersökningen. Dessa elever är från två klasser med storlek cirka 30 elever. Hennes elever hade en genomsnittlig summa på 87,7 vid första svarstillfället och 90,9 vid andra tillfället, vilket är en statistiskt signifikant förändring (p = 0,008). Både elevernas svar på frågeformulären och Lenas svar under intervjun indikerar att laborationen hade en positiv påverkan på eleverna när det kommer till attityd gentemot kemi samt allmänt beteende under lektioner.

Om eleverna i ena klassen säger Lena att de är en blandning av hög- och lågpresterande elever, där en del av dem har svårt för förändringar och att komma igång med arbete. I den andra klassen beskriver Lena eleverna som generellt högpresterande, men att en del av eleverna inte deltar i skolarbetet fullt ut. Vidare säger hon att

> "det finns en generell nyfikenhet för NO i de båda grupperna, de tycker om NO som ämne, men tycker att det är svårt. NO är svårt med tanke på alla begrepp och samband samt den stoffmängd som [behöver behandlas]."

Lena har inte märkt att eleverna diskuterat om laborationen på eget bevåg efter genomförandet. Däremot har Lena hållit i diskussion kring vad som gjordes under laborationen, i syfte att eleverna ska minnas besöket bättre. Om elevernas beteende under laborationen säger Lena att

> ”det var helt klart ett annat fokus under själva utförandet eftersom de var på sina platser och de flesta av dem förstod direkt vad de skulle göra. Även de svaga eleverna. En av killarna i [klassnamn borttaget] arbetade som aldrig förr och visade upp sin bästa sida! Någon annan ur samma klass blev lite fånig med sin labbpartner, men de labbade ändå bra.”

Lena blev alltså positivt överraskad av hur eleverna betedde sig och hur flitigt de arbetade under laborationstillfället. Vidare säger hon att eleverna ”generellt [hade] ett bättre fokus på genomgången eftersom den var så elevaktiv”. Hon upplevde också att eleverna kom igång med laborerandet snabbare än vanligt. Detta tillskriver hon, åtminstone delvis, tydliga utförandeinstruktioner och det faktum att allt material redan var framplockat i förväg. Hon uppskattade även möjligheten att i början av laborationen kort hjälpa de elever hon vet har svårt att komma igång med något nytt. Under genomförandet diskuterade även eleverna mer med varandra än vad Lena är van vid. När hon frågas om hon upplevt någon ihållande förändring hos beteende hos eleverna av laborationen säger hon att

> ”jag har helt klart upplevt att besöket har ökat intresset för kemi. Även hos den mest motsträviga av elever. Det som är positivt att se över huvud taget är att många elever som inte kommer till skola eller lektion av olika anledningar kommer och deltar på sådana här dagar och gör det med glädje.”

Denna intresseökning har Lena upplevt hos elever från båda klasserna, men hon upplever den generellt vara av olika karaktär i de två klasserna. Hon upplever att för eleverna i den mer högpresterande klassen gäller det intresse för att prestera inom ämnet, medan för den lägre presterande klassen gäller det hur spännande de tycker kemi är. Lena hade svårt att ge något specifikt exempel på en händelse eller interaktion efter laborationen som bidragit till att hon upplevde ett ökat intresse hos eleverna. I samtal används ofta ord så som attityd, intresse, motivation med flera synonymt och utan tydlig avgränsning (Ekborg m.fl., 2012). I brist på tydligt exempel utgås det därmed ifrån att begreppet intresse användes lekmannamässigt, och inte som den psykologiska konstruktion som återfinns i forskning om intresse.

Lena, precis som Emma, tycker om laborationen och vill genomföra den, eller en liknande, i framtiden. Hon tror att det blir en bra påbyggnad på den laboration om papperskromatografi som hon brukar genomföra när hennes elever går i årskurs 7. Utöver detta noterade hon en rad pedagogiska verktyg som användes under laborationen som hon gärna vill implementera i sin egen undervisning. När den introducerande genomgången genomfördes var redan allt material framplockat, vilket möjliggjorde tydlig hänvisning till materialet vid beskrivning av genomförandet, och det blir inget avbrott för samlande av material. Det här har Lena nu planerat att börja göra vid sina egna laborationer. Både innan och efter laborationens praktiska genomförande användes mentometrar för att få en snabb koll på elevernas bakgrundskunskaper, för att testa om de fått med sig det mest centrala av teorin, och för att öka elevernas engagemang under genomgången. Lena tycker om idén att göra genomgångar mer elevaktiva med hjälp av mentometrar och vill gärna göra det själv. Utöver detta säger även Lena att ”det här har fött tankar i mig som att jag ska önska schemalagd projekttid för att arbeta mer tematiskt i

arbetslagen för att ge eleverna möjlighet att komma iväg från skolan på sådana här besök oftare”.

Vid en senare återkoppling berättar Lena att hon i sina laborationer har börjat se till att allt material finns enkelt tillgängligt för eleverna vid början av laborationen och att eleverna jobbar mer effektivt under laborationerna. Detta till så pass stor grad att vissa elever nu ligger ett steg högre i kunskapskravet om säkert, ändamålsenligt, och effektivt användande av utrustning.

4.3 Kostnadsanalys

En kostnadsanalys av laborationen har genomförts. Använt material är beräknat från laborationerna med de fyra deltagande klasserna. Priserna presenteras utifrån kostnaden för ett laborationsgenomförande med en halvklass, med vilket menas 16 elever indelade i 8 grupper om 2 elever.

Exklusive kolonnslitage kostar laborationen 5,6 kr per genomförande. Detta inkluderar kostnader för etanol, isopropanol, och färgämnen. Kostnaden för kolonnslitage är inte känd, eftersom kolonnernas livslängd ännu inte bestämts. Efter cirka 6 laborationsgenomföranden började dock vissa kolonner visa tecken på slitage. En av separationerna blev inte fullständig, och det var svårare att skölja ur det sista av färgerna. Om kolonnerna byts ut efter 6 genomföranden skulle kostnaden för kolonnerna vara 64 kr per genomförande. Det är möjligt att använda kolonnerna längre än så, och justering av koncentrationerna hos etanollösningarna skulle kunna senarelägga inkompletta separationer. Att tvätta kolonner med klorin har testats, men ledde till en försämring.

För använda volymer och inköpspris, se Bilaga 5.

5 Diskussion

Resultaten i denna undersökning visar på att för Lenas elever uppstod en mätbar, och för Lena observerbar, positiv förändring av deras attityder gentemot kemi och beteende under kemilektioner. För Emmas elever var det istället tydligt att det inte uppstått någon signifikant förändring av deras attityder gentemot kemi och beteende under kemilektioner. Gällande lärarnas möjlighet att lära sig av laborationstillfället var resultaten liknande, Lena upplevde ett flertal pedagogiska verktyg hon vill implementera i sin undervisning, medan Emma inte upplevde något sådant.

Som kommenterat i avsnittet bakgrund (avsnitt 1.2.1), så har tidigare forskning kring laborationers påverkan på attityder haft blandade resultat. Vissa undersökningar visar på ingen eller kortvarig påverkan, så som den av Abrahams (2009), medan andra visar på en tydlig påverkan, så som den av Ural (2016). I denna undersökning har också blandade resultat erhållits, beroende på klass och lärare. Detta trots en strävan att laborationen skulle vara mer än endast ett avbrott i ordinarie undervisning för eleverna, vilket laborationerna inte var i undersökningen av Abrahams (2009). Dock förhindrar inte nödvändigtvis denna strävan att

eleverna och medföljande lärare upplever laborationen endast som en ursäkt att ta sig ifrån skolan.

Att det skulle kunna finnas en positiv korrelation mellan lärarens önskan att implementera något från laborationen i sin undervisning och elevernas förändring i attityd och beteende kan tänkas vara rimligt. Om ordinarie lärare normalt använder pedagogiska verktyg liknande dem som användes under laborationen, så bör inte läraren uppleva att laborationen inspirerar till förändring i egna undervisningen. På samma sätt bör då laborationen upplevas som normal för eleverna, och därmed kan inte en affektiv påverkan på eleverna förväntas. Om däremot ordinarie lärare upplever de pedagogiska verktygen som något nytt och värda att försöka implementera i sin egen undervisning, så bör även eleverna uppleva att laborationen är utöver det vanliga. I detta fall är det betydligt mer rimligt att förvänta sig någon typ av affektiv påverkan på eleverna.

Tidigare forskning (Francis & Greer, 1999) och undersökningar så som TIMSS 2015 (Skolverket, 2016b) visar att pojkar har genomsnittligt mer positiva attityder gentemot naturvetenskapliga ämnen än flickor. I den här undersökningen kunde inga signifikanta skillnader mellan pojkar och flickors attityder uppmätas. Trots att skillnaden mellan pojkarna och flickornas poäng vid andra svarstillfället är den betydligt största uppmätta skillnaden eller förändringen i den här undersökningen, så är den inte av statistisk signifikans. Detta kan bero på att det endast var 9 pojkar som deltog i undersökningen och att det var stor spridning inom könen.

Lenas lärande och den inspiration hon fick från laborationstillfället uppkom åtminstone till stor del genom att hon jämförde den pedagogik som bedrevs under laborationstillfället med den hon själv brukar bedriva. Utifrån detta kom hon fram till att hon vill använda en del av de pedagogiska verktyg som användes under laborationstillfället. Detta informella lärande hos Lena uppkom alltså ur metakognitiva aktiviteter, vilket var det vanligaste sättet för lärare att lära sig informellt i undersökningen av Hoekstra m.fl. (2009).

Trots att det totala antalet elever i de fyra deltagande klasserna överstiger 80 var det endast 37 elever som deltog i både undersökningen och laborationstillfället, trots att de allra flesta eleverna godkände deltagande och fyllde i enkäterna. Anledningen till att det var så pass få elever som deltog i undersökningen var att de flesta eleverna inte ännu hade fyllt 15 år vid första svarstillfället. De behövde då inhämta vårdnadshavares tillstånd för att få delta i undersökningen, vilket nämndes i avsnittet om etiska överväganden (avsnitt 3.7). 13 elever, 9 flickor och 4 pojkar, inhämtade inte vårdnadshavares tillstånd, trots att de själva godkände deltagande i undersökningen. Om istället huvudsakligen klasser i årskurs 9 deltagit i undersökningen så hade detta problem inte funnits. Utöver detta var det naturligtvis elever som var frånvarande vid något av svarstillfällena eller laborationen. Endast en närvarande elev valde att inte delta i undersökningen.

I den här undersökningen har definitionen *en generell och bestående positiv eller negativ känsla för en person, ett objekt, eller en företeelse* använts för attitydbegreppet. I praktiken har jag endast använt definitionen för att välja påståenden till frågeformulären. Som nämnts under teoriavsnittet är

operationaliseringen av denna definition allt annat än självklar, det finns många sätt den kan göras på. Att skalorna som använts i denna undersökning är en operationalisering av *attityd gentemot kemi* bör inte vara något kontroversiellt. Det har därmed varit möjligt att genomföra undersökningen utifrån dess syfte att undersöka ifall laborationen har möjlighet att påverka elevers attityder gentemot kemi. Däremot öppnar detta upp för frågor kring hur relevant denna operationalisering av attityd är för elevernas skolgång och för Vetenskapens Hus syfte. I undersökningen korrelerade elevernas eventuella genomsnittliga förändring i attityd med lärarens upplevda förändring av elevernas intresse för ämnet (not: lekmannamässig användning av intresse). Detta indikerar att det finns en relevans hos användandet av dessa skalor.

Som nämnt under avsnittet resultat och analys (avsnitt 4.1) så var svarsalternativet *neutral* betydligt överrepresenterat för påståendena om kromatografi. Anledningen till det kan ha varit att det saknades ett alternativ som *ingen åsikt* eller *vet ej*. Om en respondent egentligen vill välja det avstående alternativet, men det inte finns tillgängligt, så blir det naturliga alternativet *neutral*, eftersom det kan tolkas som synonymt till *ingen åsikt*. I fallet med påståendena om kromatografi så är det ett område eleverna inte har mycket erfarenhet inom, och det är därmed rimligt att de inte heller upplever sig ha tillräckligt med information för att ha en åsikt. En tendens att svara *neutral*, eller nära *neutral*, är därmed väntad. Denna tendens kan även ses hos påstående 15 *fler kemister behövs just nu*, där 57 % svarade *neutral*, och bör bero av att eleverna inte har nog med information om hur kemisters karriärer och arbetsliv är.

Valet att utelämna ett alternativ som *ingen åsikt* har både haft fördelar och nackdelar för denna undersökning. Nackdelen är den som diskuterats ovan, det försvårar differentieringen mellan ett avstående på grund av brist på information och en aktivt neutral åsikt. Detta minskar reliabiliteten hos användandet av dessa skalor, men bör samtidigt ha en minimal påverkan om respondenterna är informerade nog för att ha åsikter om påståendena. Fördelen är att det nu finns 37 fullt ifyllda frågeformulär, vars jämförande och analys är väldigt enkel att genomföra. Om inte alla påståenden svaras på skulle det krävas viktning av svarsalternativen för varje påstående utifrån respondenternas svar för att möjliggöra en summering av svaren givna av en individ. Detta skulle försvåra analysen av resultaten.

För vidare forskning vore det intressant om laborationer på, för elever, icke-ordinarie plats, så som Vetenskapens Hus, jämförs med laborationer på elevers skola för att ta reda på om det finns något egenvärde i att bedriva laborationer utanför skolor. Detta ur både elevernas och lärarnas perspektiv. Resultaten i denna undersökning kommer endast från 37 elever från 4 olika klasser, vilket förhindrar generalisering av resultaten. En större undersökning skulle ha möjlighet att visa huruvida normalfallet är en påverkan på elevernas attityder gentemot kemi eller inte, och vilket lärande som sker hos medföljande lärare. Ytterligare förslag till framtida undersökningar är att ta reda på huruvida eventuella påverkningar på elevers attityder är ihållande under en längre tidsperiod, eller om det endast är för påföljande veckor.

6 Slutsatser

Cirka en vecka efter laborationens genomförande, hur har elevernas attityd gentemot kemi påverkats?

Resultaten i denna undersökning visar på att för Lenas elever uppstod en mätbar förändring av deras attityder gentemot kemi. För Emmas elever hade det istället inte uppstått någon signifikant förändring av deras attityder gentemot kemi. Den ena elevgruppens attityder gentemot kemi påverkades alltså i positiv riktning, medan den andra elevgruppens attityder gentemot kemi inte påverkades.

Cirka en vecka efter laborationens genomförande, hur upplever lärarna att eleverna påverkats?

Lena upplevde en positiv påverkan på eleverna av laborationstillfället, både under laborationsgenomförandet och vid senare tillfälle under ordinarie undervisning. Denna påverkan gällde både elevernas fokus på laborationer och lektioner, och intresse för ämnen. I kontrast till detta upplevde inte Emma någon påverkan på sina elever, varken under laborationstillfället eller efter. Därmed var båda lärarnas upplevelse av påverkan på eleverna i linje med den uppmätta påverkan.

Vad upplever lärarna att de kan ta med sig från laborationen för användning i sin egen undervisning?

Under laborationen noterade Lena pedagogiska verktyg som hon vill implementera i sin egen undervisning. Dessa pedagogiska verktyg var framför allt att göra genomgångar mer elevaktiva med hjälp av mentometrar och att plocka fram material innan laborationen börjar så att det kan hänvisas till när genomförande förklaras. Under laborationen noterade Emma inte något som hon vill implementera i sin egen undervisning.

Mer övergripande så visar den här undersökningen att den genomförda laborationen har möjlighet att påverka elevers attityd gentemot kemi i positiv riktning, uppmätt cirka en vecka efter genomförandet. Lärarintervjuerna styrker denna slutsats. För de klasser där frågeformulären visade på statistiskt signifikant påverkan hade även läraren upplevt denna påverkan. På samma sätt är det också möjligt att grupper av elever som genomför laborationen inte alls påverkas av tillfället. Det visades även att ett genomtänkt genomförande av laborationen kan bidra med inspiration för medföljande lärare, som sedan kan implementera nya pedagogiska tekniker i sin egen undervisning.

Det är inte möjligt att göra en generalisering av resultaten, då endast 37 elever från 4 klasser och 2 lärare har deltagit i undersökningen. Styrkan i arbetet ligger dock i att det visar att det finns möjlighet för en sådan här laboration att vara något mer än endast ett avbrott från ordinarie undervisning.

Referenser

Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, *31*(17), 2335–2353. doi:10.1080/09500690802342836

Anderhag, P., Hamza, K. M., & Wickman, P.-O. (2015). What Can a Teacher Do to Support Students' Interest in Science? A Study of the Constitution of Taste in a Science Classroom. *Research in Science Education*, *45*(5), 749–784. doi:10.1007/s11165-014-9448-4

Andersson, S., Sonesson, A., Svahn, O., & Tullberg, A. (2012). *Gymnasie Kemi 1* (4:e uppl.). Stockholm: Liber.

Barden-Gabbei, L. M., & Moffitt, D. L. (2006). Developing Inquiry-Based Labs Using Micro-Column Chromatography. *The American Biology Teacher*, *68*(4), 233–237. doi:10.2307/4451972

Bjørndal, C. R. P., & Nilsson, B. (2005). *Det värderande ögat : observation, utvärdering och utveckling i undervisning och handledning* (1. uppl.). Stockholm: Liber.

Borén, H., Börner, M., Larsson, M., Lindh, B., Ragnarsson, M., & Sundkvist, S.-Å. (2011). *Kemiboken 1* (4:e uppl.). Stockholm: Liber.

Campbell, M., & Farrell, S. (2012). *Biochemistry* (8:e uppl.). Stamford, USA: Cengage Learning.

Chism, G. W. (2002). Chromatography of Food Dyes: A Simple Demonstration for Actively Engaging High School Students in the Chemistry of Foods. *Journal of Food Science Education*, *1*(1), 18–23. doi:10.1111/j.1541-4329.2002.tb00006.x

Denscombe, M. (2016). *Forskningshandboken : för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna* (3., rev. och uppdaterade uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Ekborg, M., Ideland, M., Lindahl, B., Malmberg, C., Ottander, C., & Rosberg, M. (2012). *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet* (1. uppl.). Malmö: Gleerup.

Eskilsson, O. (2008). The Quality of Lower Secondary Students' Discussions During Labwork in Chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *4*(3), 247–254. doi:10.12973/ejmste/75346

Eskilsson, O., & Helldén, G. (2005). No-laborationer : Kommunikation och lärande. I Vetenskapsrådet, *Utbildningsvetenskap 2005 : Resultatdialog och framåtblick*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Flinn Scientific. (2016). Food Dye Chromatography. Hämtad 17 januari 2018, från https://www.flinnsci.com/food-dye-chromatography/dc11173/

Francis, L. J., & Greer, J. E. (1999). Measuring Attitude Towards Science Among Secondary School Students: the affective domain. *Research in Science & Technological Education*, *17*(2), 219–226. doi:10.1080/0263514990170207

Gidhagen, M., & Åberg, S. (2012). *Kemi Direkt* (3:e uppl.). Stockholm: Sanoma Utbildning.

Henriksson, A. (2002). *Kemi Kurs B* (1:a uppl.). Malmö: Gleerup.

Hidi, S. (1990). Interest and Its Contribution as a Mental Resource for Learning. *Review of Educational Research*, *60*(4), 549–571. doi:10.2307/1170506

Hoekstra, A., Brekelmans, M., Beijaard, D., & Korthagen, F. (2009). Experienced teachers' informal learning: Learning activities and changes in behavior and cognition. *Teaching and Teacher Education*, *25*(5), 663–673. doi:10.1016/j.tate.2008.12.007

Hofstein, A. (2004). The Laboratory in Chemistry Education: Thirty Years of Experience with Developments, Implementation, and Research. *Chemistry Education: Research and Practice*, *5*(3), 247–264. doi:10.1039/B4RP90027H

Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning In and From Science Laboratories. I B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Red.), *Second International Handbook of Science Education* (s. 189–207). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-1-4020-9041-7_15

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, *88*(1), 28–54. doi:10.1002/sce.10106

Illeris, K., & Andersson, S. (2007). *Lärande* (2., [rev. och utök.] uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Koballa, T., & Glynn, S. (2007). Attitudinal and Motivational Constructs in Science Learning. I S. Abell & N. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates.

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2014). *Den kvalitativa forskningsintervjun* (3. [rev.] uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Lag om etikprövning av forskning som avser människor (SFS 2003:460). Hämtad 30 januari 2018, från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003460-om-etikprovning-av-forskning-som_sfs-2003-460

Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, (22), 5–55.

Matell, M., & Jacoby, J. (1972). Is There an Optimal Number of Alternatives for Likert-scale Items? Effects of Testing Time and Scale Properties. *Journal of Applied Psychology*, *56*, 506–509.

Millar, R., Tiberghien, A., & Le Maréchal, J.-F. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. I D. Psillos & H. Niedderer (Red.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (s. 9–20). Kluwer Academic Publishers.

Nakhleh, M. B., Polles, J., & Malina, E. (2003). Learning Chemistry in a Laboratory Environment. I J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Van Driel (Red.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (s. 69–94). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/0-306-47977-X_4

Nettelblad, F., & Ekdahl, C. (2006). *Spektrum Kemi* (3:e uppl.). Stockholm: Liber.

Nettelblad, K. (2000). *Bonniers Kemi* (1:a uppl.). Stockholm: Bonnier Utbildning.

Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. *Advances in Health Sciences Education*, *15*(5), 625–632. https://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science : A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, *25*(9), 1049–1079. doi:10.1080/0950069032000032199

Parkinson, J., Hendley, D., Tanner, H., & Stables, A. (1998). Pupils' Attitudes to Science in Key Stage 3 of the National Curriculum: a study of pupils in South Wales. *Research in Science & Technological Education*, *16*(2), 165–176. doi:10.1080/0263514980160206

Petty, R., & Cacioppo, J. (1981). *Attitudes and Persuasion : Classic and Contemporary Approaches*. Dubuque, USA: Wm. C. Brown.

Reynolds, R. C., & O'Dell, C. A. (1992). A thin-layer and column chromatography experiment adapted for use in secondary schools. A quick, safe, colorful, convenient introduction to two basic techniques. *Journal of Chemical Education*, *69*(12), 989–991. doi:10.1021/ed069p989

Sauterer, R. A., & Jones, J. (2000). A Rapid, Simple & Inexpensive Experiment in Gel Filtration Chromatography. *The American Biology Teacher*, *62*(8), 602–607. doi:10.2307/4450986

Siegel, M., & Ranney, M. (2003). Developing the Changes in Attitude about the Relevance of Science (CARS) Questionnaire and Assessing Two High School Science Classes. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(8), 757–775. doi:10.1002/tea.10110

Sjøberg, S. (2010). *Naturvetenskap som allmänbildning : en kritisk ämnesdidaktik*. (Sten Andersson & A. Claesdotter, Övers.) (3., rev. uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Skolverket. (2016a). *PISA 2015. 15-åringars kunskaper i naturvetenskap, läsförståelse och matematik* (Rapporter 450). Hämtad från https://www.skolverket.se/publikationer?id=3725

Skolverket. (2016b). *TIMSS 2015. Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv* (Rapporter 448). Hämtad från https://www.skolverket.se/publikationer?id=3707

Skolverket. (2017). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011* (4:e uppl.). Stockholm: Skolverket.

Storksdieck, M. (2001). Differences in teachers' and students' museum field-trip experiences. *Visitor Studies Today*, *4*(1), 8–12.

Supelco. (1998). *Guide to Solid Phase Extraction* [Broschyr]. Hämtad 5 februari 2018, från https://www.sigmaaldrich.com/Graphics/Supelco/objects/4600/4538.pdf

Thompson, T. L., & Mintzes, J. J. (2002). Cognitive structure and the affective domain: On knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education*, *24*(6), 645–660. doi:10.1080/09500690110110115

Ural, E. (2016). The Effect of Guided-Inquiry Laboratory Experiments on Science Education Students' Chemistry Laboratory Attitudes, Anxiety and Achievement. *Journal of Education and Training Studies*, *4*(4), 217–227. doi:10.11114/jets.v4i4.1395

Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Bilagor

Bilaga 1 – Elevhandledning, besöksledarhandledning, observationsschema, och power point till laborationen

Separation med fastfasextraktion

1. Mät upp 3 ml **vatten**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i slaskflaskan.

Du har nu förberett kolonnen och kan börja arbeta med din första separation.

2. Mät upp 3 ml **färg**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i provrör 1. (Bild 2)

3. Mät upp 3 ml **10% etanol**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i provrör 2. (Bild 2)

4. Mät upp 3 ml **20% etanol**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i provrör 3. (Bild 2)

5. Mät upp 3 ml **40% etanol**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i provrör 4. (Bild 2)

6. Mät upp 3 ml **95% etanol**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i provrör 5. (Bild 2)
   Om kolonnen är ren, gå till punkt 8.

7. **OBS: Punkt 7 genomförs i dragskåp. Provrör 6 tas med till stället i dragskåpet.**
   Mät upp 5 ml **isopropanol** (IPA). (Bild 1)
   Tryck igenom ~2 droppar/sekund och ner i provrör 6. (Bild 2)
   Efter anteckning, töm provrör 6 i IPA-slasken och skölj kolonnen med 3 ml **vatten** ner i IPA-slasken. Ta med provrör 6 tillbaka till bordet.

8. Skölj kolonnen med 3 ml **vatten** ner i slaskflaskan.

Kolonnen är nu redo för en ny färg. Töm provrören i flaskan märkt "slask". Om provrören fortfarande har färg i sig kan de sköljas med lite vatten. Starta sedan igen på punkt 2.

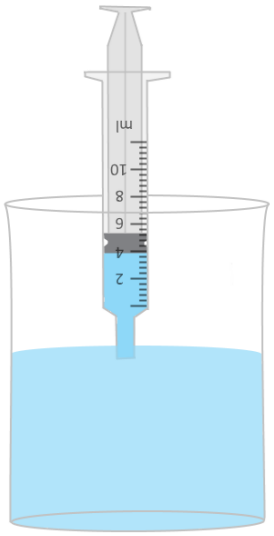


Bild 1.
Dra upp vätska i sprutan.

Bild 2.
Tryck långsamt igenom vätskan (1-2 droppar/sekund) och samla upp i provrör.

Besöksledarhandledning SPE-laboration

Syfte med laborationen: Laborationen ska vara estetisk och spännande för eleverna, samtidigt som kromatografi och relaterade begrepp introduceras. Fokus ska ligga på att eleverna får ordentligt med tid för att laborera och att komma till tals i diskussioner.

Förberedelser
Plocka fram:
Till varje station (2 elever/station):

- Slaskflaska (250 ml)
- Bägare med 100 ml kranvatten
- Lösningsmedel 10%, 20%, 40%, 95% EtOH (glasflaskor 100 ml)
- Provrörsställ
- 6 provrör
- Spruta (10 ml)
- Kolonn
- Elevhandledning
- Observationsschema
- Clickers

Till varje bord (4 grupper per bord):

- Bägare med färger (20 ml lösning, 6 olika)
- 2 Sprutflaskor med vatten

Till dragskåpen:

- Bägare med 100 ml kranvatten
- Lösningsmedel isopropanol (glasflaska 100 ml)
- Slaskflaska isopropanol (250 ml)
- Spruta (10 ml)
- Provrörsställ

Besöket

- 0h0m: Ta emot, lås in kläder, sätt på labbrockar, glasögon, generell säkerhet på labb (inget ätande eller drickande).
- Presentation av VH och dig själv.
- Introducera kromatografi och dagens upplägg, föreläsning till och med bild 12. Bild 11 för att demonstrera utförandet i elevhandledningen, visa hur en vätska trycks genom kolonnen och vilken ordning saker ska göras i. Förtydliga varför det inte ska

gå för snabbt (resultatet kan bli sämre, sprutan kan åka ur kolonnen så det sprutar överallt), förtydliga varför man inte ska ta för mycket prov (blir det för mycket kan separationen bli inkomplett). Bild 12 för att demonstrera hur observationsschemat används.

- Cirka 0h15m: Låt eleverna laborera.
- 1h5m: Avsluta laborerandet och be eleverna städa enligt ppt, ge gärna varning 5 minuter innan.
- 1h10m: Resten av ppt: I diskussionen ska grupperna gå ihop 2 och 2, de ska jämföra vilka färger de separerat, och berätta om de såg något oväntat.
- 1h18m: Saften ska användas för att visa skillnad på tillsatta och icke-tillsatta färgämnen. Quiz för att sammanfatta och påminna om det mest centrala.
- 1h25m: Avsluta passet.
- Lås upp klädskåpet.
- Se ’Efter besöket’.

Efter besöket

- Töm slaskbägarna i diskhon med vatten, diska, ställ undan material, torka bänkar.
- Samla upp isopropanol-slasken i flaska, ta hand om i organslask.
- Om en ny kolonn behövs, förbered kolonnen genom att skölja med 3 ml 95% EtOH, sedan 3 ml vatten, sedan förvara med 40% EtOH vid behov.
- Fyll på med lösningsmedel och färger vid behov. Se nästa avsnitt för koncentrationer.

Spädning av färger
Kool-Aid Orange – 1 påse späds till 1 liter
Kool-Aid Grape – 1 påse späds till 2 liter
Grön Karamellfärg ’Colour Green, Dr. Oetker’ – 2.5 ml späds till 1 liter
Röd Skittles ’Fruits’ – 1 godis till 20 ml
Grön Skittles ’Fruits’ – 1 godis till 15 ml
BOB björnbärs- och hallonsaft – 1 del vatten 1 del saftkoncentrat

Färg		Endast färg	10%	20%	40%	95%	IPA
	Observation Kolonn						
	Observation Provrör						
	Observation Kolonn						
	Observation Provrör						
	Observation Kolonn						
	Observation Provrör						

Kromatografi – *en kraftfull separationsmetod*

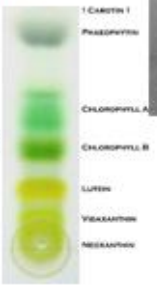
VETENSKAPENS HUS

Idag ska vi…

- Prata om kromatografi
- Separera färger
- Städa undan
- Diskutera resultat med en annan grupp

VETENSKAPENS HUS

- Tidigt 1900-tal av Michail Tsvet
- 'Chroma' = färg, 'graphein' = att skriva
- Separerade först färgämnen
- Nu separeras nästan vad som helst



VETENSKAPENS HUS

Varför separation?

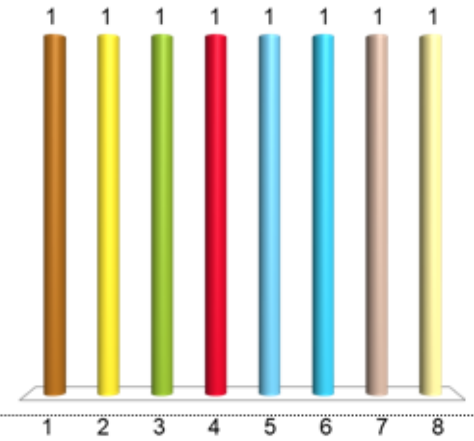
- Förbereda inför analys
- Bli av med oönskade ämnen
- Öka koncentration av visst ämne

VETENSKAPENS HUS

Test Mentometer

Jag är i grupp nummer …

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5
6. 6
7. 7
8. 8

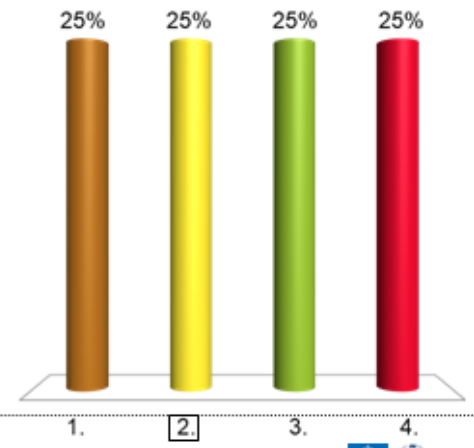


VETENSKAPENS HUS

Diagnostisk fråga

Vad innebär principen 'lika löser lika'?

1. Ämnen med liknande struktur är lösliga i varandra
2. Ämnen med liknande polaritet är lösliga i varandra
3. Ämnen med liknande utseende är lösliga i varandra
4. Vet ej

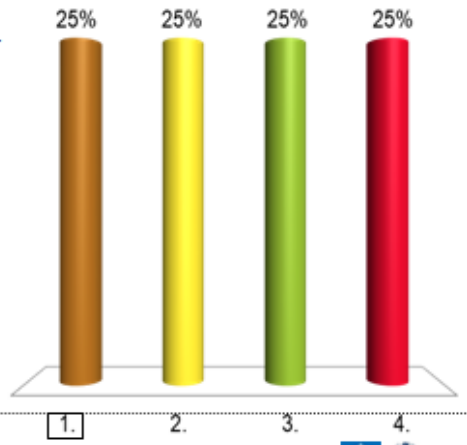


VETENSKAPENS HUS

Diagnostisk fråga

Vad är ett ämnes polaritet?

1. Ett mått på hur laddningar är fördelade inom ämnets molekyler
2. Ett mått på hur väl ämnet löses i vatten
3. Ett mått på hur mycket ljus ämnet reflekterar
4. Vet ej

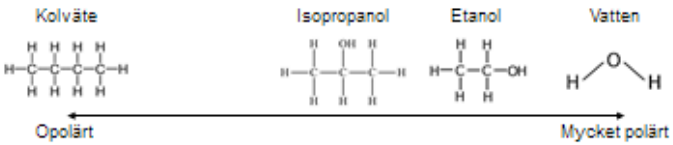


VETENSKAPENS HUS

Lika löser lika

Polaritet är en skala

- Ojämn fördelning av elektroner och protoner ökar polaritet
- Ämnen nära varandra på polaritetsskalan löses lättare i varandra – 'lika löser lika'



VETENSKAPENS HUS

Ytfästning

Ytfästning är viktigt för kromatografi

- Principen 'lika löser lika' gäller även vid ytfästning
- På opolär yta fästs lättare opolärt än polärt ämne
- Med opolär vätska kan ytfästningen förhindras
- Precis så här fungerar kromatografimetoden vi ska använda idag

VETENSKAPENS HUS

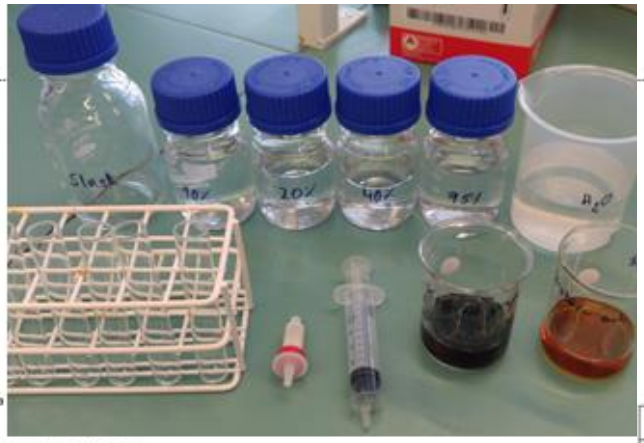
Säkerhet

Något om säkerhet

- Labbrock och glasögon på tills alla är klara
- Lock påskruvade så mycket som möjligt
- Isopropanol (IPA) ska alltid vara i dragskåpet
- Om något spills, hämta mig

VETENSKAPENS HUS

Genomförande



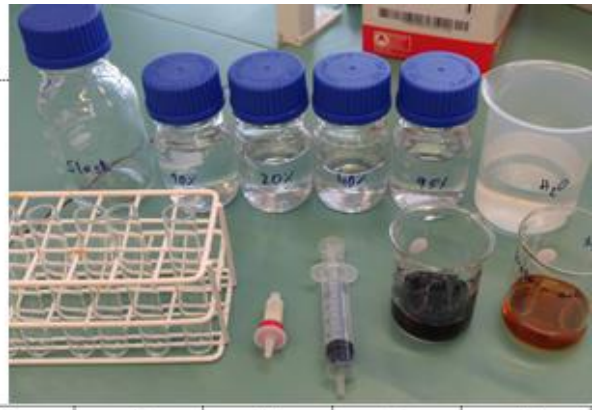
1. Mät upp 3 ml **vatten**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i slaskflaskan.

Du har nu förberett kolonnen och kan börja arbeta med din första separation.

2. Mät upp 3 ml **färg**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i provrör 1. (Bild 2)
3. Mät upp 3 ml **10% etanol**. (Bild 1)
   Tryck ~2 droppar/sekund genom kolonnen och ner i provrör 2. (Bild 2)
7. **OBS: Punkt 7 genomförs i dragskåp. Provrör 6 tas med till stället i dragskåpet.**
   Mät upp 5 ml **isopropanol** (IPA). (Bild 1)
   Tryck igenom ~2 droppar/sekund och ner i provrör 6. (Bild 2)
   Efter anteckning, töm provrör 6 i IPA-slasken och skölj kolonnen med 3 ml **vatten** ner i IPA-slasken. Ta med provrör 6 tillbaka till bordet.
8. Skölj kolonnen med 3 ml **vatten** ner i slaskflaskan.

VETENSKAPENS HUS

Genomförande



Färg		Endast färg	10%	20%	40%	95%	IPA
Röd skittles	Observation Kolonn	Rött i toppen	Rött spreds ut	Ren			
	Observation Provrör	Genom-skinligt	Genom-skinligt	Rött			

VETENSKAPENS HUS

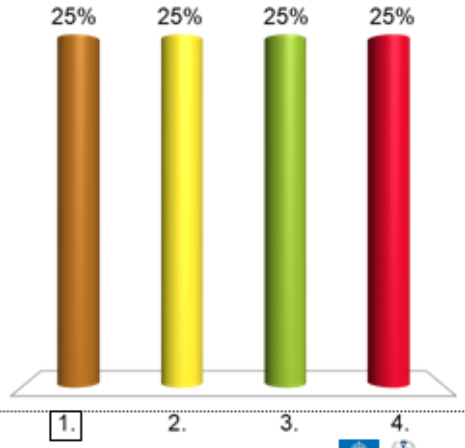
- Skölj ren kolonn med 40% etanol ner i slaskflaskan
- Töm provrören i slaskflaskan
- Skölj provrören med vatten ner i slaskflaskan
- Se till att alla korkar är åtskruvade
- Torka av bordet om det spillts
- Tvätta händerna

Diskussion

- Berätta vad ni upptäckt för gruppen bredvid. Såg ni något oväntat?
- Saft

Med en opolär kolonn, vad är sant?

1. Mer polära ämnen kommer ut först
2. Mer opolära ämnen kommer ut först
3. Större ämnen kommer ut först
4. Mindre ämnen kommer ut först



Färgämnenas polaritet

- Ordna färgämnena ni separerat efter polaritet

Bilaga 2 – Intervjuguide

Många av dessa frågor är stängda och kräver endast väldigt kortfattade svar. Men de användes för att introducera ett ämne, efter svar givits bad jag alltid om förtydligande, exempel, eller utvecklande kring något i svaret som jag fann intressant för undersökningen, vilket skapade ett mer öppet intervjuklimat.

Allmänna frågor:

Hur ofta laborerar eleverna?

Hur ofta är eleverna iväg på ett besök som detta?

Hur ofta är du iväg på ett besök som detta?

Vad har ni gjort i undervisningen mellan förbesöket och nu?

Om påverkan på eleverna:

Hur har eleverna pratat om laborationen efter genomförandet?

Upplever du att elevernas beteende under laborationen var annorlunda än vanligt?

Upplever du att elevernas beteende under kemilektionerna har påverkats?

Lärarens arbete:

Har du tidigare gjort laboration om kromatografi?

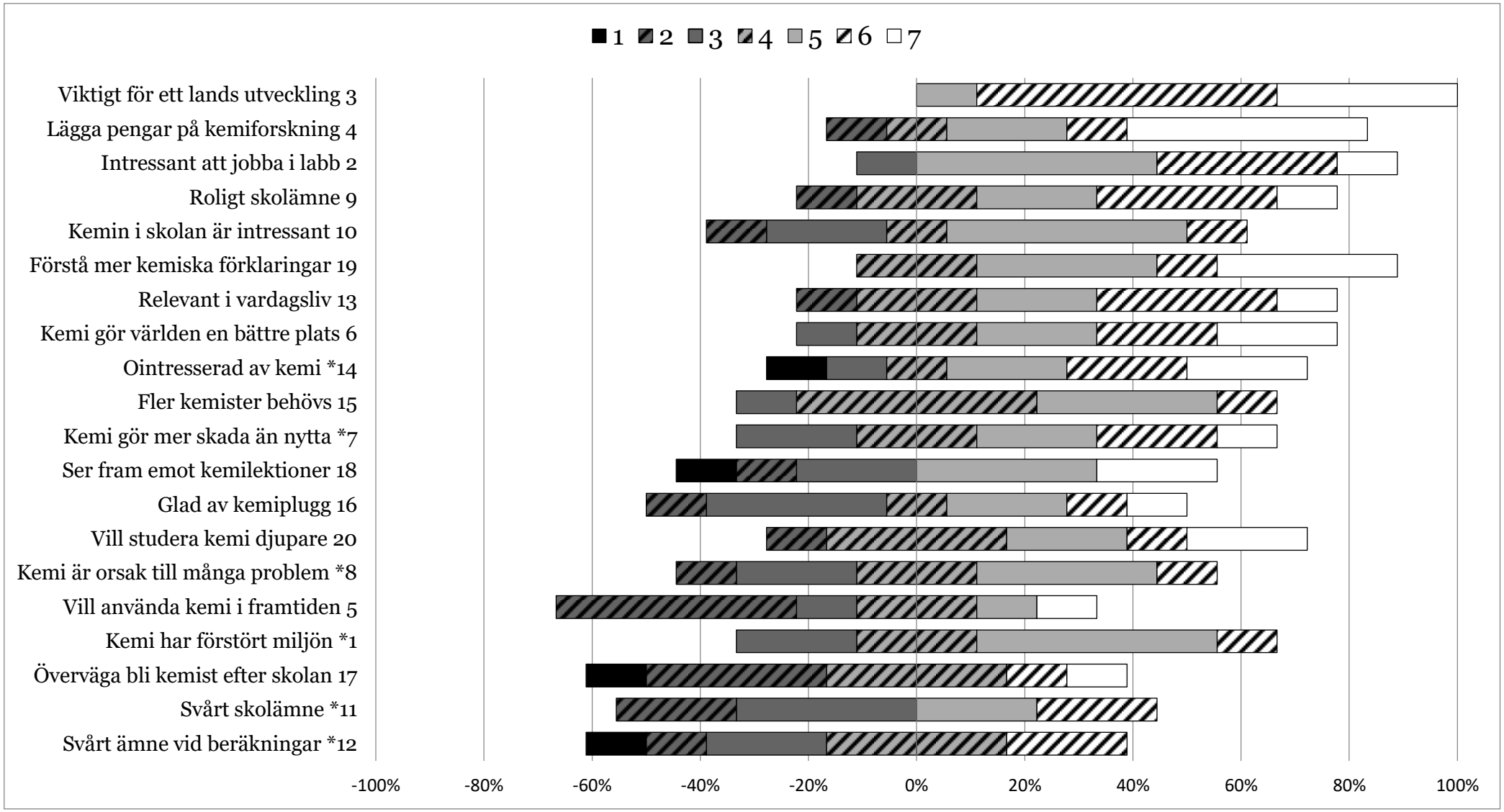
Hur upplevde du laborationen som en åskådare?

Såg du något du vill implementera i din undervisning?

Bilaga 3 - Dataanalys

För dataanalys användes programmet Microsoft Excel 2010. För varje elev användes ett eget datablad för svaren på frågeformulären, för att sedan sammanställa datan i ett gemensamt datablad. Detta möjliggjorde enkel sammanställning av datan och användandet av t-tester. Funktionen T.TEST användes vid utförandet av de parade och oparade t-testerna. Nollhypotesen var att elevernas attityder inte skilde mellan mättillfällena.

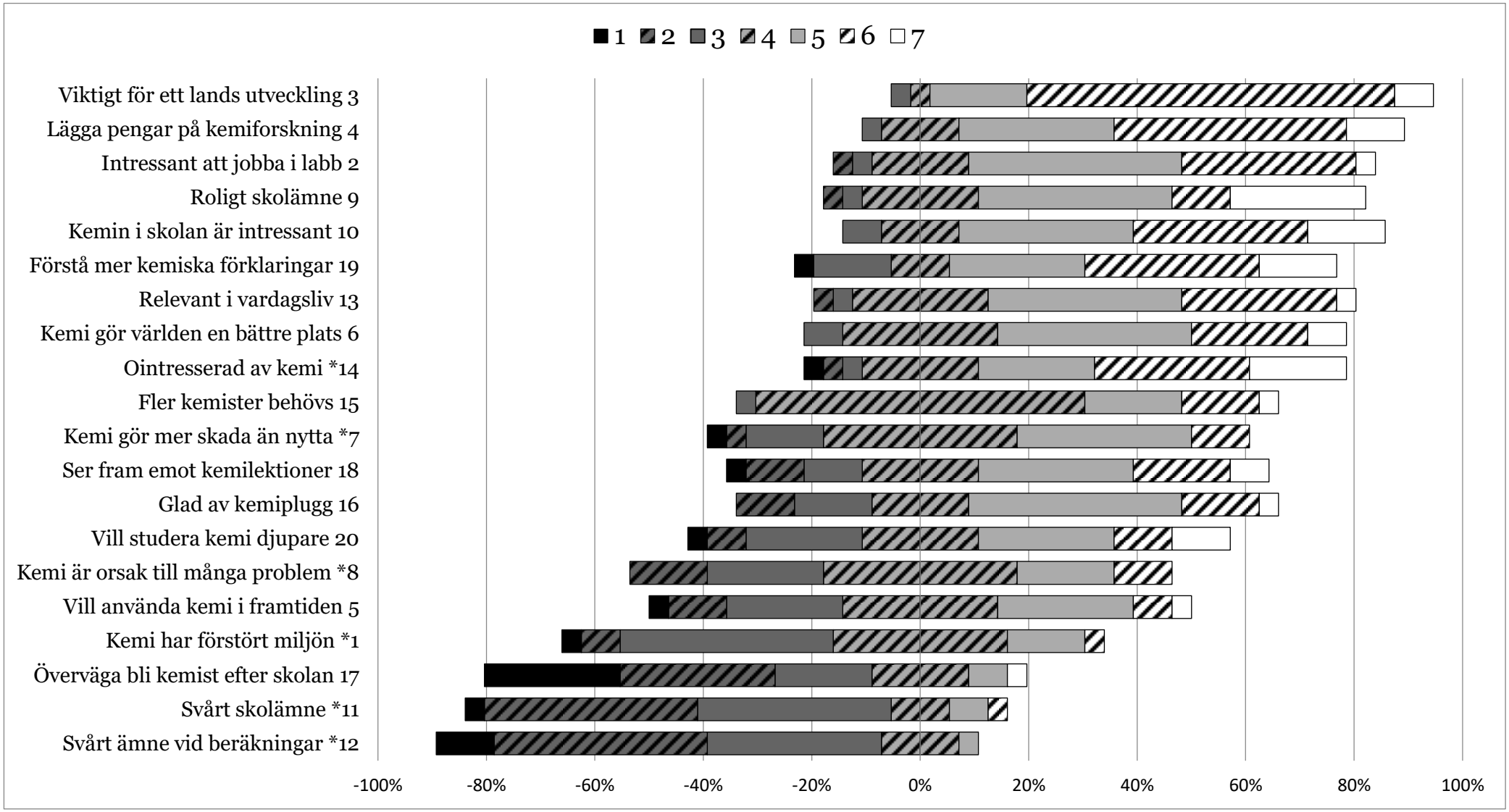
Bilaga 4 – Enkätsvar



Figur 2: Pojkars svar innan laborationens genomförande. 7 är det mest positiva svaret (*stämmer verkligen inte* för omvänt formulerade frågor) och 1 är det mest negativa svaret. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. *N* = 9. För fullständiga påståenden se Tabell 1.

Tabell 5: Pojkars förändring i antal svar mellan första och andra enkäten. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. *N* = 9. För fullständiga påståenden se Tabell 1.

Påstående	*Stämmer verkligen*	*Stämmer*	*Stämmer delvis*	*Neutral*	*Stämmer delvis inte*	*Stämmer inte*	*Stämmer verkligen inte*	*Genomsnittlig förändring*	*p*
Kemi har förstört miljön *1	0	0	2	0	-3	1	0	-0,33	0,40
Intressant att jobba i labb 2	1	-2	-3	5	-1	0	0	-0,33	0,35
Viktigt för ett lands utveckling 3	1	-2	1	0	0	0	0	0,00	1,00
Lägga pengar på kemiforskning 4	1	0	0	0	0	-1	0	0,56	0,05
Vill använda kemi i framtiden 5	0	0	0	2	2	-4	0	0,67	0,08
Kemi gör världen en bättre plats 6	1	-1	0	0	0	0	0	0,11	0,59
Kemi gör mer skada än nytta *7	0	0	-2	1	2	-1	0	0,22	0,56
Kemi är orsak till många problem *8	0	0	-1	1	-1	1	0	0,22	0,35
Roligt skolämne 9	-1	2	0	-2	1	0	0	0,00	1,00
Kemin i skolan är intressant 10	0	1	1	-1	-1	0	0	0,44	0,31
Svårt skolämne *11	1	-1	0	2	-2	-1	1	-0,22	0,35
Svårt ämne vid beräkningar *12	0	1	0	-2	1	-1	1	0,00	1,00
Relevant i vardagsliv 13	0	2	-2	0	1	-1	0	0,33	0,08
Ointresserad av kemi *14	-1	1	-1	0	-1	2	0	0,56	0,25
Fler kemister behövs 15	0	3	-2	-1	0	0	0	0,44	0,22
Glad av kemiplugg 16	-1	1	0	3	-3	-1	1	0,11	0,68
Överväga bli kemist efter skolan 17	0	0	0	-2	2	0	0	-0,22	0,35
Ser fram emot kemilektioner 18	-2	2	0	1	0	-1	0	0,00	1,00
Förstå mer kemiska förklaringar 19	0	1	-2	1	0	0	0	0,00	1,00
Vill studera kemi djupare 20	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,00



Figur 3: Flickors svar innan laborationens genomförande. 7 är det mest positiva svaret (*stämmer verkligen inte* för omvänt formulerade frågor) och 1 är det mest negativa svaret. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. *N* = 28. För fullständiga påståenden se Tabell 1.

Tabell 6: Flickors förändring i antal svar mellan första och andra enkäten. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. *N* = 28. För fullständiga påståenden se Tabell 1.

Påstående	*Stämmer verkligen*	*Stämmer*	*Stämmer delvis*	*Neutral*	*Stämmer delvis inte*	*Stämmer inte*	*Stämmer verkligen inte*	*Genomsnittlig förändring*	*p*
Kemi har förstört miljön *1	0	-2	0	-4	4	1	1	0,46	0,03
Intressant att jobba i labb 2	0	-1	2	-1	-1	0	1	-0,07	0,60
Viktigt för ett lands utveckling 3	5	-8	5	-1	-1	0	0	0,18	0,38
Lägga pengar på kemiforskning 4	-2	4	-2	-1	1	0	0	-0,04	0,82
Vill använda kemi i framtiden 5	0	3	1	-2	-2	-1	1	0,29	0,33
Kemi gör världen en bättre plats 6	0	0	1	1	-2	0	0	0,11	0,52
Kemi gör mer skada än nytta *7	-1	-1	0	1	0	0	1	0,29	0,16
Kemi är orsak till många problem *8	1	-1	2	1	-3	-1	1	-0,18	0,49
Roligt skolämne 9	-1	1	0	-1	0	0	1	-0,14	0,46
Kemin i skolan är intressant 10	-2	-2	3	0	0	1	0	-0,32	0,08
Svårt skolämne *11	4	-1	-3	-1	1	0	0	-0,21	0,28
Svårt ämne vid beräkningar *12	3	-2	0	-1	-1	0	1	-0,11	0,64
Relevant i vardagsliv 13	-1	-2	5	-2	1	-1	0	-0,04	0,83
Ointresserad av kemi *14	-1	0	0	0	3	-1	-1	0,04	0,87
Fler kemister behövs 15	-1	1	-2	1	0	1	0	-0,18	0,23
Glad av kemiplugg 16	0	0	3	-1	-1	-1	0	0,21	0,21
Överväga bli kemist efter skolan 17	-1	1	1	1	-1	3	-4	0,25	0,15
Ser fram emot kemilektioner 18	1	-1	1	0	0	0	-1	0,18	0,31
Förstå mer kemiska förklaringar 19	0	2	2	0	-4	1	-1	0,39	0,09
Vill studera kemi djupare 20	-1	1	4	0	-1	-2	-1	0,39	0,12

Tabell 7: Pojkars svar kromatografi efter laborationens genomförande. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. *N* = 9.

Påstående nummer	*Stämmer verkligen*	*Stämmer*	*Stämmer delvis*	*Neutral*	*Stämmer delvis inte*	*Stämmer inte*	*Stämmer verkligen inte*
21	1	0	1	5	1	1	0
*22	0	1	1	4	1	1	1
*23	0	0	0	5	1	0	3
24	1	2	1	4	0	1	0
25	1	1	3	2	1	1	0

Tabell 8: Flickors svar kromatografi efter laborationens genomförande. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna. *N* = 28.

Påstående nummer	*Stämmer verkligen*	*Stämmer*	*Stämmer delvis*	*Neutral*	*Stämmer delvis inte*	*Stämmer inte*	*Stämmer verkligen inte*
21	0	5	7	11	2	3	0
*22	0	2	3	9	10	4	0
*23	0	0	0	14	6	7	1
24	0	4	13	9	2	0	0
25	0	3	10	12	3	0	0

Tabell 9: Påstående 21 till 25 i andra enkäten. Omvänt formulerade frågor är markerade med stjärna.

Påstående nummer	*Påstående*
21	Jag skulle vilja lära mig mer om hur kromatografi fungerar
*22	Kromatografi är ett tråkigt område
*23	Att kromatografi finns är dåligt för samhället
24	Jag skulle vilja lära mig mer om hur kromatografi kan användas
25	Kromatografi är ett intressant område

Bilaga 5 – Kostnadsanalys laboration

Eftersom båda Skittlesfärgerna kommer från samma påse så har kostnaden halverats. En påse om 174 g räcker till cirka 750 ml färdigblandning av vardera färg. Kostnaden för kolonnerna är svår att färdigställa då en genomsnittlig livslängd inte ännu är bestämd, och den beror av flera variabler. Kolonnerna köptes från waters.com och har produktnummer WAT023635. Ett paket om 50 kolonner kostar cirka 2400 kr.

Tabell 10: Använt material för ett genomförande (8 grupper á 2 elever) och inköpspris. Använd mängd av färgerna är endast ungefärlig.

Material	*Använd mängd*	*Inköpspris, ej spädd*	*Kostnad per genomförande*
Isopropanol	47 ml	29,6 kr/l	1,5 kr
Etanol	112 ml	29,4 kr/l	3,3 kr
Kool-aid Grape	13,3 ml	10 kr/påse	0,06 kr
Kool-aid Orange	13,3 ml	10 kr/påse	0,12 kr
Grön karamellfärg	13,3 ml	20 kr/30 ml	0,02 kr
Skittles grön	13,3 ml	16 kr/påse	0,15 kr
Skittles röd	13,3 ml	16 kr/påse	0,15 kr
Saft björnbär och hallon	13,3 ml	8 kr/2 dl	0,27 kr
Summa	-	-	5,57 kr