

Gymnasiets laborationsundervisning i fysik – mellan tradition och ändrade styrdokument

Simon Holmström, Ann-Marie Pendrill , Nina Reistad och Urban Eriksson 

Fysiska institutionen, Lunds universitet, Sverige

Kontakt: simon.holmstrom@vaxjo.se

Laborationer har lång tradition i fysikundervisningen och det finns många klassiska skolexperiment. Samtidigt påverkas laborationsundervisningen av reformer och teknikutveckling. I denna studie fick lärare på tre gymnasieskolor diskutera sin laborationsundervisning. Analysen baseras på *händelselogik*, där handling ses som intentionell och styrs av determinanterna: *målsättning*, *förmåga*, *plikt* och *möjligheter*. Studien ger insikt i hur olika faktorer påverkar lärares laborationsundervisning, och hur klassiska laborationer i fysikundervisningen både kan ha en given plats och utmanas av nya förutsättningar. Resultaten antyder att praxis och tradition är starkare påverkansfaktorer än styrdokument i lärares utformning av laborationsundervisningen, vilket delvis kan relateras till en avsaknad av fortbildning.

Artikel

Mottagen 27 mars 2017
Accepterad 9 januari 2018
Publicerad 8 februari 2018

General issue
Vol 6 No 1 (2018)

Sidor 1–19
Referenser: 34

www.lumat.fi

Nyckelord: fysiklaborationer; gymnasiet; händelselogik; styrdokument

1. Inledning, bakgrund och syfte

1.1 Inledning

Undervisningen i fysik påverkas av teoretiska landvinningar, teknologisk utveckling och utbildningsreformer. I samband med den senaste svenska gymnasiereformen från 2011 har laborativa färdigheter fått en starkare betoning än tidigare: Eleven ska utveckla en förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt förmågan att hantera material och utrustning (Skolverket, 2011a), vilket kan jämföras med den tidigare texten Eleven skall kunna delta i planering och genomförande av enkla experimentella undersökningar samt muntligt och skriftligt redovisa och tolka resultaten (Skolverket, 2000). Styrdokumentet från 2011 ger också ett ökat krav på elevers förmåga att använda informations- och kommunikationsteknologi (IKT) och uppskattning av mätosäkerhet. Styrdokumentet uppdateras dessutom under 2017 med tillägg om digital kompetens (Skolverket, 2017a). Trots nya förutsättningar för laborationsundervisningen, så finns det delar av fysiken som utgör ett självklart innehåll och bara marginellt påverkas av reformer. Vissa skolexperiment behåller sin självklara roll medan andra blir föråldrade och utrustning kan moderniseras eller bytas ut mot exempelvis datorbaserad utrustning. Berg (2013)



menar att många laborationer har uppnått en kanoniserad status och ofta används oreflekterat och Etkina et al. (2017) menar att erfarna fysiklärares undervisning ofta bygger på en invand handling. Detta föranleder ett intresse av att djupare studera hur lärares invanda laborationsundervisning påverkas av nya förutsättningar, såsom styrdokument, samt andra möjliga faktorer.

1.2 Bakgrund

Laborationsundervisningen ger eleven tillfälle att självständigt få uppleva fenomen och utföra ett undersökande arbete. Ett av de grundläggande syftena för laborationsundervisningen är att skapa en koppling mellan verkliga skeenden och teorier (Osborne, 2015; van den Berg, 2013). Mer specifika syften diskuteras bland annat av Hodson (2014), Lunetta, Hofstein och Clough (2007) och Wellington (1998). De konstaterar att vanliga målsättningar vid lärares planering av laborationer är:

- kognitiva målsättningar: ökad förståelse för begrepp, arbetssätt, metoder, naturvetenskapens karaktär
- psykomotoriska målsättningar: träning av färdigheter
- affektiva målsättningar: stimulera elevens intresse och motivation för undervisningen.

I en studie av elva svenska högstadielärare framkommer liknande målsättningar, men också att kognitiva mål var framträdande när laborationer diskuterades i allmänhet, och affektiva mål blev mer framträdande när lärarna beskrev specifika laborationer (Högström, Ottander, & Benckert, 2006).

Målsättningarna kan avspeglas i lärarens upplägg av laborationsundervisningen, som i sin tur kan kategoriseras på flera olika sätt. Traditionellt innebär laborationen oftast någon form av interaktion med verklig materiel, men utvecklingen av datorer och miniräknare möjliggör också laborationer som kan involvera arbete med en virtuell beskrivning av verkligheten. En form av kategorisering avser laborationens omfattning till exempel som 80-minuters laborationer eller korta stationslaborationer. En annan slags kategorisering avser den information som läraren ger elever som bestämmer laborationens öppenhet i form av frihetsgrader, som i sin tur kopplas till: i) problem, ii) genomförande och iii) resultat, (Andersson, 1989). Ytterligare en kategori av laborativt arbete nämns av Sjøberg (2000): klassiska och historiska försök, vars syfte kan vara bekräfta teorin men också att ge en historisk förståelse för utvecklingen i naturvetenskap.

Förklaringar till lärares utformning av laborationsundervisningen kan kopplas till lärarens inställning och kompetens. Etkina et al. (2017) finner att fysiklärares undervisning bygger på den kunskap och de färdigheter som läraren har, samtidigt som de menar att lärarens undervisning också bygger på en omedveten och stark föreställning och inställning till lärande och undervisning, till exempel om

naturvetenskapens karaktär (Waters-Adams, 2006). Andra exempel som kan kopplas till både kompetens och inställning, är att erfarenheter från tidigare yrke (Novak & Knowles, 1992) och tidigare skolgång och utbildning (Engström, 2011) avspeglas i lärarens undervisning. Även om ämnesplanen från 2011 betonar IKT starkare än tidigare, så används datorbaserad undervisning i varierande grad i svenska lärares undervisning av naturvetenskapliga ämnen (Skolverket, 2013), vilket även kan kopplas till lärarens kompetens. Lärarstudenter och nyblivna lärare anpassar oftast sin undervisning efter den egna skolans praxis (Lager-Nyqvist, 2003).

Ovanstående litteraturgenomgång ger en inblick i hur olika faktorer påverkar lärares undervisning, och har en tyngdpunkt på lärares inställning, uppfattning och kompetens. Samtidigt saknas en närmare beskrivning av hur gymnasielärare väljer att använda specifika laborationer och hur deras laborationsundervisning påverkas av olika faktorer, inte bara lärarens inställning och tidigare erfarenheter, utan även styrdokument och praktiska detaljer.

1.3 Syfte och frågeställningar

Att fysiklärares laborationsundervisning till stor del är invand och innehåller kanoniserade element medför ett intresse att närmare försöka förstå vad som påverkar lärarens laborationsundervisning, och hur olika faktorer påverkar varandra. Detta syfte aktualiseras av den senaste svenska gymnasiereformen. Vi har i denna studie bitt lärare diskutera hur de använder tre klassiska laborationer som en utgångspunkt för att försöka förstå hur lärare påverkas av olika faktorer. Detta leder oss till följande frågeställningar:

- Hur beskriver lärare att de använder klassiska laborationer i fysikundervisningen?
- Vilka faktorer påverkar lärares laborationsundervisning – och hur?

1.4 Tre klassiska laborationer

I den här studien finns ett intresse av hur lärare beskriver hur laborationer används i undervisningen. Studien lyfter därför fram och diskuterar tre klassiska laborationer som är vanligt förekommande på svenska gymnasieskolor. Valet av klassiska laborationer möjliggör en analys av hur kanoniserade element i lärares undervisning påverkas av nya förutsättningar. Laborationerna har valts utifrån olika upplägg och områden i fysiken och beskrivs kortfattat nedan.

Tempografen representerar i den här studien mekaniken, och omnämns som både klassisk och som en traditionell del av fysikundervisningen av till exempel Nivalainen, Asikainen & Hirvonen (2013) och Nunn (2014) och kan användas för att studier av fritt fall. En tempografuppställning bygger på att punkter ritas på en pappersremsa

hundra gånger i sekunden. En vikt sätts fast vid pappersremsan och när vikten släpps erhålls punkter på remsan, vars inbördes avstånd ökar med tiden.

Förhållandet mellan elektronens laddning och massa (e/m) är en laboration som i den här studien representerar elektromagnetismen och är ett exempel på ett historiskt försök. Försöket användes av J.J Thomson i samband med upptäckten av elektronen 1897 (Falconer, 1997). Försöket bygger på att en stråle av elektroner accelereras av ett elektriskt fält inuti ett urladdningsrör. Elektronstrålen kolliderar och exciterar gasen inuti urladdningsröret varpå strålens bana blir synlig. Ett yttre magnetfält appliceras och justeras så att elektronstrålen går i en cirkel inuti röret. Med mätningar av accelerationsspänning, magnetfältets styrka, cirkelns radie och kännedom om kraftverkan på laddade partiklar i magnetfält och cirkelrörelse, kan ett förhållande mellan elektronens laddning och massa, e/m , bestämmas.

Pendeln bygger på mindre avancerad utrustning än tempografen och e/m . Pendeln kan historiskt associeras med flera kända fysiker, till exempel Newton och Galileo, och har bland annat använts för att bestämma ett värde på tyngdaccelerationen eller för att påvisa jordrotationen (Matthews, 2014). I undervisningssammanhang kan pendeln kopplas till olika syften, som att lära elever att planera och utföra mätningar eller att studera relationen mellan snörets längd och pendelns periodtid (ibid).

2. Metod och analys

2.1 Inledning

Studien genomfördes i anslutning till implementeringen av en ny läroplan, Gy11 (Skolverket, 2011a), som är avsedd att bygga vidare på läroplanen för grundskolan, Gr11 (Skolverket, 2011b), som reviderades samtidigt. De elever som lärarna mött under de första tre åren har dock huvudsakligen studerat efter den äldre läroplanen, Lpo94 (Skolverket, 1994). Eftersom situationen är ovanlig har vi valt att göra en studie av explorativ karaktär.

Behovet av ett rikt material av åsikter och uppfattningar medförde att datainsamlingen baseras på semistrukturerade fokusgruppsintervjuer. Fokusgrupper som metod generar ofta data som kan vara svåra att generalisera, samtidigt inriktar sig metoden mot betydelse snarare än mätning (Stewart, Shamdasani, & Rook, 2007). I den här artikeln studeras hur olika faktorer samverkar vid lärares laborationsundervisning. För att kunna analysera lärares val och utformning av laborationsundervisning och faktorer som påverkar laborationsundervisningen, har vi valt att analysera intervjuerna med utgångspunkt i von Wrights händelselogik (1983) som ser mänsklig handling som en logisk konsekvens av olika faktorer.

2.2 Genomförande

Kontakt etablerades med fyra kommunala skolor i olika delar av södra Sverige, varav tre ställde upp för intervju. Skolorna låg i tre mellanstora städer och hade cirka 1000 elever. Lärarna (tabell 1) kontaktades i förväg genom mejl och informerades om huvudsyftet med studien. Intervjuerna varade i ungefär en timme och spelades in och transkriberades.

Tabell 1. Deltagande lärare med fingerade namn och antal yrkesverksamma år

Skola A		Skola B		Skola C	
Lärare	Erfarenhet (år)	Lärare	Erfarenhet (år)	Lärare	Erfarenhet (år)
Adam	26	Joel	20	Stefan	13
Ellen	9	Krister	20	Tobias	13
		Markus	11	Ulrik	4
		Nilla	11	Vera	24
		Ofelia	15	Wivvi	7

Intervjuschemat var uppdelat i två delar (se [bilaga](#)). I den första delen ombads lärarna reflektera över bilder på de tre laborationsuppställningarna. Bilderna var ett sätt att fokusera på lärarnas handling och målsättning, samt ett sätt att stimulera diskussionen (Stewart et al., 2007). Den andra delen byggde på frågor som allmänt kan relateras till lärarnas undervisning: lärarnas upplevda förmåga att bedriva laborativ undervisning, bedömning av laborativa färdigheter och vad som kännetecknar en bra laboration. Under intervjuerna följdes lärarnas svar upp med följdfrågor med syfte att erhålla en djupare förståelse för hur olika faktorer påverkar laborationsundervisningen. Uppdelningen av dessa faktorer och hur vi har valt att tolka dem återges i [avsnitt 2.3](#).

2.3 Analys

Händelselogiken ger en förklaring till mänsklig handling genom att se handlingen som en logisk slutsats utifrån fyra determinanter: målsättning, förmåga, plikt och möjligheter (Wright, 1983). Målsättningen är den avsikt läraren har med sin undervisning men rör också tankar om en önskad relation till eleverna. Målsättningen kan avspegla lärarens inställning, en inställning till hur olika situationer ska hanteras och kan exempelvis bottsna i undervisningserfarenheter. En förutsättning för att kunna genomföra en handling är att ha förmågan att kunna genomföra den. Förmågan kan relateras till teoretisk kunskap, kännedom om laborativ materiel, men också till tankar kring den egna förmågan att genomföra en önskad undervisning. Plikt kan sammanfattas med de normer och regler som läraren uppfattar, där en plikt kan beskrivas som en skyldighet att genomföra en viss handling i ett visst sammanhang. Vad en lärare kan göra i en viss situation beror inte bara på den

förmåga som läraren har utan också vilka möjligheter som finns att utföra en handling. I sammanhanget med lärares undervisning kan detta till exempel vara tillgång till materiel, schemaläggning och lokaler.

Lärarnas beskrivning av sin utformning av de tre laborationerna användes i den här studien för att få en bild av lärarnas undervisning och för att kartlägga relaterade determinanter. I denna artikel avser handlingen lärares uppläggning och val av uppläggning av laborationsundervisningen. Eftersom de olika laborationerna har olika karaktär och inbjuder till olika typer av mål har målsättningen presenterats tillsammans med tillhörande laboration. Determinanten förmåga har kopplats till uttalanden som beskriver vad läraren kan och hur lärare lär sig att undervisa laborativt. Lärarnas beskrivningar av hur de har utvecklat sin förmåga att undervisa laborativt har använts för att identifiera den kunskap lärarna har men också varifrån den härstammar. Under intervjuerna framkom faktorer som har tolkats som möjligheter i undervisningen men också hinder, som möjligheternas motsats. De belyser båda vad en möjlighet är och vad som skulle kunna vara en möjlighet, och ger samtidigt en inblick i lärarnas arbetssituation kring faktorer som underlättar eller försvårar undervisningen.

Analysen bygger på en förståelse för hur en eller flera determinanter påverkar en handling men också på en förståelse för den aktuella situation i vilken handlingen äger rum. Analysen utgick ifrån att kartlägga lärarnas beskrivningar av användningen av laborationer och identifiering efter händelselogikens determinanter. Fokusgruppsintervjuerna analyserades först var för sig och därefter jämfördes analyserna med varandra för att uppnå enhetliga teman. Samtliga författare till denna artikel involverades i analysarbetet.

2.4 Metoddiskussion

Studier som har använt händelselogik som analysverktyg har kombinerat enskilda intervjuer av ett mindre antal lärare med observationer (Lager-Nyqvist, 2003; Skogh, 2001). I denna studie har vi inte gjort några observationer: även om en handling observeras så blir motivet för handlingen i en efterföljande intervju alltid i någon mening en efterhandskonstruktion. Den handling som studeras i detta arbete är i första hand lärares val och reflektioner avseende utformningen på laborationer, snarare än själva genomförandet. Att låta lärare i fokusgrupper referera till sin egen laborationsundervisning har underlättat studier av större antal lärares laborationsundervisning. Det finns dock en risk att tiden mellan lärarens handling och beskrivning kan bli lång, samtidigt som valet av fokusgruppsintervjuer gör att lärarens beskrivning inte begränsas till ett enskilt observationstillfälle. För validering av resultaten skickades sammanfattningar av varje fokusgruppsintervju till de medverkande lärarna för kommentarer (Winter, 2000). I ett par fall kontaktades lärare dessutom efter intervjuerna för ytterligare följdfrågor i syfte att klargöra uttalanden efter händelselogikens determinanter. Att basera metoden för

datainsamling på fokusgrupper medför en risk att deltagarnas beskrivningar inte överensstämmer med vad de i verkligheten gör, en risk som också återfinns i andra metoder för datainsamling (Stewart et al., 2007). Inte heller observation av ett enskilt laborationstillfälle kan ge en bild av variationen i lärares upplägg. Att kombinera händelselogiken med fokusgrupper har möjliggjort studier av hur lärare ställs inför liknande situationer och hur man väljer att utforma sin undervisning.

3. Resultat och resultatdiskussion

Resultaten bygger på fokusgruppsintervjuer och som vi har valt att analysera utifrån handling efter lärarens beskrivning av sin undervisning, och efter händelselogikens determinanter: målsättning, förmåga, plikt och möjligheter. I och med att de utvalda laborationerna som ligger till grund för studien uppvisar olika karaktär, presenteras först en sammanfattning av lärarnas beskrivningar av användningen och målsättningar med varje laboration i de tre fallen. Därefter följer en analys och exempel på uttalanden som kan knytas till determinanterna förmåga, plikt och möjligheter.

3.1 Handling och målsättning

Studien tyder på att de utvalda laborationsuppställningarna som ligger till grund för denna studie tillhör en traditionsbunden och kanoniserad del av fysikundervisningen: de tre laborationsuppställningarna återfinns på samtliga deltagande skolor i studien, de tre laborationsuppställningarna används ofta genom att låta elever bekräfta känd kunskap under lärarens överinseende. Detta beskrivs som en traditionell undervisning till exempel av Hake (1998) och Trumper (2003). Lärandet baseras ofta på att låta elever bekanta sig med och använda kända samband, vilket också framkom som det vanligaste laborativa lärandet bland europeiska lärare i naturvetenskapliga ämnen på gymnasie- och högskolenivå (Tiberghien, Veillard, Le Maréchal, Buty, & Millar, 2001).

Dominerande målsättningar hos lärarna i vår studie är ökad förståelse för begrepp och träning av färdigheter. Affektiva målsättningar är mindre vanliga, men förekommer både i diskussionerna av de tre utvalda laborationerna och som en allmän målsättning med laborationsundervisningen. Lärarna i studien uttrycker många gånger en målsättning som eftersträvar kontroll över undervisningen, både avseende lärande och upplevda risker, vilket leder till att vissa laborationer väljs bort eller genomförs som demonstration av läraren.

3.1.1 Tempografen

Tempografen är den av de tre laborationsuppställningarna som bland deltagarna ger den starkaste uppfattningen av en kanon och tradition. Denna kanon och tradition

utmanas samtidigt av modern datorstödd mätutrustning och förändrade elevförutsättningar, vilket leder till att en del av lärarna väljer bort tempografen till förmån för andra laborationer. På skola A tillhör tempografen en uttalad standard i skolans undervisning och en laborationshandledning återfinns i en mapp på skolans nätverk, som alla lärarna har tillgång till. Ingen av lärarna på skola B använder tempografen i laborationsundervisningen, däremot har flera använt den tidigare. På skola C återfinns både lärare som använder tempografen och som inte använder den. Detta indikerar att traditionen kan skilja på både individnivå och skolnivå.

Tempografen uppskattas av några lärare för att den ger en konkret upplevelse av konstant acceleration och att den är "hands-on". Samtidigt bygger laborationen på flera steg och som flera lärare anser ställer höga praktiska krav på eleven. Till exempel anser Vera det vara nödvändigt med styrda instruktioner och Tobias väljer bort tempografen till förmån för datorstödd mätutrustning i vissa elevgrupper.

Tobias säger: Har man en stor grupp och man vet att dom har det svårt för det här praktiska, då kör man kanske hellre datorlabben.

Ulrik föredrar datormätningar framför tempografen men nämner också att han har använt tempografen tidigare, när den datorstödda utrustningen inte fungerade. Att Krister inte använder tempografen längre förklarar han med att den inte ger tillförlitliga mätvärden och det oljud som uppstår. Joel använder inte tempografen längre men medger att den har en viss pedagogisk finesse.

Att lärare i den här studien väljer datorstödd mätutrustning framför tempografen skulle kunna tolkas som en anpassning till ämnesplanens ökade krav på datoranvändning i undervisningen även om ingen av lärarna hänvisar till detta. Som skäl att använda tempografen, även om den kan uppfattas som ålderdomlig, anger en del lärare att den erbjuder en konkret upplevelse av konstant acceleration och den i vissa avseenden är enkel att förstå.

Målsättningar med tempografen. Vanliga målsättningar kan sammanfattas med att ge eleven en konkret upplevelse av och förståelse för begreppet likformigt accelererad rörelse. Flera lärare betonar betydelsen av själva mätningen på tempografremsan. Några lärare understryker vikten av att låta eleverna få rita diagram för hand med data från tempografremsan.

Tobias, å andra sidan, beskriver ett upplägg på en datorstödd laboration vars upplägg och målsättning uppvisar likheter med tempograflaborationen:

Därmed får vi en s-t-graf, i stället för en tempografremsa, i vilken vi kan avläsa motsvarande data mha ett härkors (i mätprogrammet).

Detta ger ett exempel på hur äldre utrustning utmanas av nyare teknologi, samtidigt som målsättningen kvarstår.

3.1.2 Kvoten mellan elektronens laddning och massa (e/m)

Laborationsuppställningar för bestämning av förhållandet mellan elektronens massa och laddning, e/m , återfinns på alla skolorna i studien. Till skillnad från tempograflaborationen används e/m både för demonstration och för laboration. Lärare som väljer att demonstrera försöket anger två olika skäl: dels att man uppfattar det finns en risk med att låta elever laborera med högspänning, och dels att man inte har tillräckligt antal uppsättningar för att genomföra den som laboration. De lärare som genomför e/m som laboration vidtar säkerhetsåtgärder mot risker de identifierat. Ett exempel är Ellen som beskriver hur hon säkerställer att eleverna gör rätt inkopplingar för att undvika att utrustningen ska gå sönder. Detta gör hon genom att själv koppla upp en uppställning som sedan eleverna kan använda som mall för sina egna inkopplingar.

Även om risker och frågor kopplade till arbetsmiljö är ytterst arbetsgivarens ansvar (Arbetsmiljöverket, 2008) så visar resultaten att ingen av de intervjuade lärarna har gjort formella riskbedömningar i anslutning till sina fysiklaborationer, även om de visar en medvetenhet om risken att både elever och utrustning kan komma till skada, och följderna att laborationen inte kan fortgå. Detta belyser en allmän målsättning av kontroll över undervisningen som nämndes i inledningen av avsnitt 3.1, och som i detta fall kopplas till risker. Inom kemiämnet finns en starkare tradition avseende riskbedömningar, som involverar dragskåp, skyddskläder och riskbedömning av varje laboration, se till exempel Hellberg (2013).

En lärare, Joel, använder denna försöksuppställning för att förklara uppkomsten av norrsken. Han förser sina elever med magneter att placera i anslutning till urladdningsröret, varvid ett spiralmönster erhålls. Strålens spiralformade bana använder Joel för att förklara hur laddade partiklar leds in mot jordens magnetiska poler och ger upphov till norrsken.

Målsättningar med bestämningen av e/m . Lärarnas målsättningar kan sammanfattas med:

1. beräkna värde på konstanter
2. ge eleverna en visuell upplevelse av elektroners rörelse och
3. låta eleverna göra lämpliga inställningar av utrustningen så att elektronstrålen bildar en cirkel.

Jämfört med tempografen framkommer träning av manipulativa färdigheter oftare, till exempel att göra inkopplingar och lämpliga inställningar av utrustningen. Mätdata samlas inte in i samma utsträckning som i tempograflaborationen, vilket kan vara en förklaring till varför konstruktion av diagram inte nämns.

Flera lärare antyder affektiva mål med denna laboration än med tempografen och pendeln. De upplever att elever fascinerats av möjligheten att kunna se spåret efter elektroner.

Tobias: En fascination att kunna se någonting som egentligen inte går att se.

Lärarens affektiva mål kan grunda sig i en önskan om att eleven ska uppskatta fysiken, men också läraren och undervisningen.

3.1.3 Pendeln

Lärarnas beskrivningar av pendeln antyder en mer mångsidig användning än tempografen och e/m . Lärarna ger olika exempel på laborationer där pendeln används och används både som en kort stationslaboration och som långlaboration. Lärarna anser att den har flera fördelar, bland annat att den lämpar sig för öppna laborationer, enkel att anordna för läraren och lätt för eleverna att förstå vad de förväntas göra. En annan användning är laborativa prov. Nilla har till exempel använt pendeln för ett laborativt prov på en tidigare arbetsplats. Eleverna gavs olika uppgifter och pendeln tillhörde de svarare uppgifterna. De förväntades komma fram till ett förhållande mellan pendelns längd och periodtid genom att göra en anpassning av mätdata på miniräknaren.

Nilla: Man skulle ta fram sambandet mellan längd och tid. Men det är ju svårt för dom att hitta det sambandet.

Samtidigt finns det några lärare som reflekterar över hur den förändrade ämnesplanen har påverkat deras användning av pendeln och antyder att pendeln har försvunnit ur deras laborationsundervisning:

Vera: Pendeln har kommit bort lite

Tobias: Jag tänkte precis säga det. Var har den funnits? (skratt) Det är en sån här grej, som man möjligtvis plockat fram när man har haft tid över.

Målsättning med undersökningar av pendeln. Ur lärarnas beskrivningar framträder målsättningar som inte uppkommer för tempografen eller bestämning av kvoten e/m : att lära ut ett undersökande arbetssätt, samt visa hur mätosäkerhet reduceras. De likheter som framkommer är att låta eleverna använda kända samband och bestämma värdet på kända konstanter.

Den målsättning som förekommer bland flest lärare är att lära eleverna hur felkällor kan reduceras. Pendeln sammankopplas ofta med ett undersökande arbetssätt där eleven får undersöka vilka faktorer som påverkar pendelns svängningstid och några lärare låter sina elever bestämma ett samband mellan periodtiden och pendelns längd. Det framkommer också beskrivningar där pendeln används för att studera omvandlingen mellan potentiell energi och kinetisk energi och som antyder en målsättning att illustrera energins bevarande.

Pendeln är ett ytterligare exempel på hur vissa laborationer väljs bort, som i detta fall kan ses som en anpassning efter kursplanereformen. Samtidigt lämpar sig

pendeln för ett undersökande arbetssätt och för feluppskattningar, vilket är exempel på faktorer som betonas starkare i den nya ämnesplanen. Denna skillnad kan förklaras med att fysiklärare tolkar kursplaner olika, vilket avspeglas i deras undervisning (Engström, 2011).

3.2 Förmåga och kompetens

Determinanten förmåga styr lärarens undervisning genom den enkla förklaringen att den typ av undervisning faller bort som läraren inte behärskar. Fokusgrupperna i denna studie ger en insyn i hur lärare har lärt sig att undervisa laborativt och hur de utvecklar sin laborativa kompetens och därmed en ytterligare förklaring till varför de undervisar som de gör. Ur intervjuerna framstår arbetet som färdig lärare och samarbetet med kollegor som de faktorer som bidrar mest till den laborativa kompetensen. Detta medför att arbetssätt och rådande undervisningskultur överförs från mer rutinerade lärare till nyblivna lärare, i likhet med vad Etkina et al. (2017) finner. Detta tas också upp av Stigler och Hiebert (2009) som förklaring till varför undervisningen inom ett och samma land uppvisar stora likheter. Traditionen kan också föras vidare genom att fysiklärare undervisar på ett sätt som påminner om den egna skolgången (Engström, 2011; McDermott, 2006). I denna studie framkommer ett liknade resultat då det förekommer exempel på hur lärare relaterar sin undervisning till sina egna gymnasiestudier och högskolestudier.

I studien ser vi också hur gymnasiereformen ställer nya krav på lärarens förmåga, exempelvis i fråga om datoranvändning. Ämnet datorkunskap försvann som ämne i svensk gymnasieskola i samband med gymnasiereformen 2011, vilket ställer nya krav på lärarnas kompetens: att lära eleven att hantera ordbehandlingsprogram och program för mätdatahantering, en kompetens som lärare inte nödvändigtvis inte behöver ha. Till exempel Adam upplever att han inte har tillräckliga kunskaper i grafritande datorprogram, vilket resulterar i att han låter eleverna bestämma om de ska rita diagram för hand eller i Excel.

De uttalanden som kopplas till utveckling av förmågan att undervisa laborativt återger varifrån läraren hittar inspiration, influeras, eller utvecklar sin laborationsundervisning. Lärarna i studien beskriver att utvecklingen av den egna laborativa förmågan förekommer i form av: egen utveckling av laborationer, kollegialt samarbete och organiserad eller individuell kompetensutveckling. Lärarna har flera års erfarenhet och många av dem nämner att de har modifierat laborationer som deras kollegor gör eller att man har hittat laborationer på internet. Några lärare uttrycker en önskan om ett större kollegialt samarbete, vilket förhindras genom bristen på tid. På skola C har man försökt att använda studiedagar till att utveckla laborationsundervisningen mot mer öppna laborationer, dock har den avsatta tiden inte varit tillräcklig.

Wivvi: En förmiddag och så sen så måste vi överge allting igen.

Den typ och mängd av kompetensutveckling som lärarna har erhållit rörande laborationsundervisning varierar mellan lärarna och skolorna. Flera lärare upplever att de inte har fått någon kompetensutveckling i laborationsundervisning. Om kompetensutveckling inom fysik har förekommit, har det ofta varit i föreläsningssform om ren fysik. Kompetensutvecklingen avseende laborativ undervisning verkar ha hamnat i skuggan av reformarbetet och begränsas av ekonomiska och personella resurser. Den kompetensutveckling som lärarna har erhållit i ämnet och i reformarbetet kan beskrivas som punktinsatser, vilket i tidigare forskning har visat sig ha marginell inverkan på undervisningen (McDermott, 2006). Frånvaron av kompetensutveckling och bristen på tid medför en risk att revision av styrdokument endast i begränsad utsträckning påverkar undervisningen.

3.3 Plikt

Det förekommer uttalanden om hur lärarna söker stöd och motiv för sin undervisning, till exempel genom att hänvisa till styrdokumentet, läromedel eller som ett sätt att förbereda eleven inför högskolestudier. Samtidigt framträder också praxis och tradition som påverkansfaktorer, till exempel genom beskrivningar av en invand undervisning eller laborationer som beskrivs tillhöra en standard.

Lärarna befinner sig i en implementeringsfas av den nya ämnesplanen, som starkare betonar användningen av digital mätutrustning och mätdatabehandling, och färdigheter som kan knytas till ett undersökande arbetssätt, och dessutom bedömning av dessa färdigheter. Däremot förekommer få exempel på att lärarna nämner hur dessa förändrade krav påverkar laborationsundervisningen. På skola C diskuteras till exempel styrdokumentets förmågor och betygskriterier, där Tobias säger att han tänker på förmågor vid provkonstruktion men inte när han planerar laborationer. Skola C har bedrivit ett utvecklingsarbete att utforma fler laborationer av öppen karaktär, för att möta betygskriteriernas krav för ett högre betyg. Däremot har elevernas laborativa prestationer liten påverkan vid Stefans och Ulriks betygsättning, trots att båda två arbetar på skola C och uttrycker att detta borde beaktas. Likande resultat framkom i en studie av svenska biologilärare (Ottander & Grelsson, 2006) och skulle i detta sammanhang betyda att elevens laborativa färdigheter i slutänden är av underordnad natur vid betygsättningen.

Även om användningen av olika laborationer kan skilja mellan de deltagande skolorna så framstår praxis och tradition i flera uttalanden som stark påverkansfaktorer i laborationsundervisningen.

Ellen: [Tempografen] är standardlab, den gör vi allihop.

Detta leder till frågan varifrån praxis och tradition härstammar. En förklaring är att läraren undervisar som man själv har blivit undervisad under den egna skolgången och utbildningen (jfr avsnitt 3.2). En faktor som ger bilden av en långsträckt tradition

är att laborationsundervisningens målsättningar kan spåras mer än hundra år tillbaka i tiden (Lunetta et al., 2007). Även om undervisningskulturen kan skilja mellan länder (Stigler & Hiebert, 2009) så uppvisar västerländsk undervisning i naturvetenskap stora likheter (Sjøberg, 2000). Denna likhet avspeglades även i en jämförande studie mellan olika europeiska länders laborationsundervisning på gymnasie- och högskolenivå (Tiberghien et al., 2001). I Skolverkets nationella utvärdering av grundskolan framkom att mål från tidigare och nuvarande kursplaner kan samexistera i lärares undervisning (Skolverket, 2004), vilket betyder att lärarens målsättningar kan ha rötter i tidigare kursplaner.

Det tyder på att det finns påverkansfaktorer i laborationsundervisningen som är starkare än styrdokumentet. I vår studie framstår praxis och tradition starka, vilket kan förklaras med långsträckt och stark internationell tradition. Lärares användning eller icke-användning av IKT verkar oberoende av styrdokumentet, och kan istället kopplas till en målsättning av kontroll över undervisningen, se även 3.4.

3.4 Möjligheter

Under determinanten möjligheter uppkommer faktorer som underlättar eller begränsar undervisningen, där lärarna angav fler hinder än möjligheter. Beskrivna hinder var faktorer som gör att lärare tvingas anpassa sin undervisning och öka graden av kontroll över undervisningen. Dels som anpassningar som svarar mot att möta elevens minskade laborativa färdigheter, och dels som ett sätt att minimera risker, se även 3.1.2.

Joel: Jag brukar göra [kokning av vatten] som demonstration. För ibland betar sig elever någonting så fruktansvärt dumt.

Hinder, som elevens minskade praktiska vana och utrustning som inte fungerar, leder exempelvis till att lärarna i vissa fall ersätter tempografen med datorstödda laborationer (se 3.1.1). Användningen av datorstödd laborationsutrustning i detta sammanhang kan tolkas som ett sätt att undvika dessa hinder, snarare än ett sätt att tillgodose styrdokumentens kunskapskrav. Den förändrade praktiska vanan förklaras av flera lärare med en förändrad livsstil, till exempel:

Det är väldigt mycket sitta vid datorn nu för tiden. Det är få som är ute och gör praktiska grejor och upplever saker. (Krister)

De flesta uttalanden rörande elever och determinanten möjligheter, behandlar hinder i undervisningen. Det förekommer också mer positiva omdömen där lärarna berömmar sina elever: att eleven uppvisar en förståelse för det som läraren eftersträvar och hur läraren har givande diskussioner med sina elever. Möjligheter framträder mest som en begränsande determinant för handlingen och indikerar

lärarens manöverutrymme i olika situationer, som ofta begränsas av bristen på ekonomiska resurser. Bristen på tid har gjort att ett utvecklingsarbete mot fler öppna laborationer på skola C har avstannat. Lärarna på skola C nämner också att deras skolledning kommer att minska timantalet för laborationer i lärarnas tjänstefördelningar, vilket upplevs som negativt:

Vår reaktion blir ju att laborationen kommer ju att ta stryk. Det vill vi inte, men vi ser inte hur vi kan lösa det på något annat sätt. (Tobias)

Flera av lärarna i studien uttrycker en stressad arbetssituation och en brist på tid: dels på tid i det löpande arbetet för att ställa upp och genomföra god laborativ undervisning - som också kan relateras till ett minskat tekniskt stöd, dels tid för en mer långsiktig utveckling av laborationsundervisningen. Fortbildningen i anslutning till implementeringen av den reviderade läroplanen Gy11 fokuserade på många skolor mer på gemensamma frågor, med lite tid för ämnesspecifika frågor. Lärarna upplever att detta får olika negativa konsekvenser och som kan sammanfattas med att man inte hinner reflektera och utveckla sin undervisning som man önskar. Detta ger dels en förklaring till varför styrdokumentet inte är den starkaste faktorn i lärares val och upplägg av laborationer, och dels till varför lärare bedriver en invand och oreflekterad undervisning.

4. Slutdiskussion

Studiens syfte är att studera hur lärares laborationsundervisning påverkas av olika faktorer. Resultaten visar hur lärare gör medvetna val och försöker anpassa sin undervisning för att uppnå avsett lärande, minimera risker och anpassning efter nya styrdokument. Samtidigt framträder tradition och praxis som tydliga påverkansfaktorer på lärares laborationsundervisning, och bristen på tiden som ett hinder för utvecklingen av undervisningen. Resultaten tyder på att äldre och klassiska laborationer utmanas av modernare och digital mätutrustning, samtidigt som styrdokumentens förväntningar på att använda datorstöd inte har fått full genomslagskraft. Att studiens lärare väljer att behålla en del äldre och praxisbundna laborationer kan förklaras med långsträckta traditioner i likhet med Etkina et al. (2017), men också att äldre laborationer fortfarande har pedagogiska och tidlösa finesser.

Resultaten i denna studie antyder att fysiklaborationen har en nedtonad betydelse i gymnasiet fysikundervisning och är en del av undervisningen dit reformer kommer i andra hand. På lärarnivå framträder att elevens laborativa prestationer endast påverkar betyget i gränsfall, och att den reviderade ämnesplanens förmågor beaktas vid provkonstruktion, men inte i lärarens laborationsförberedelse. På huvudmannanivå framträder den nedtonade rollen i besparingsåtgärder och en minskad tid för laborationsundervisningen i tjänstefördelningar, samt frånvaron av

kompetensutveckling av den laborativa undervisningen. Vill man uppnå målet med en förbättring av elevers laborativa förmågor så måste lärare ges tid för en kontinuerlig och långsiktig kompetensutveckling, där utgångspunkten är lärarnas eget behov och kompetens (Clarke & Hollingsworth, 2002; Hargreaves & Fullan, 2012; Stigler & Hiebert, 2009). Skolverket (2017b) satsade under läsåret 2016/2017 en långsiktig satsning på lärares kompetensutveckling i naturvetenskapliga ämnen som bygger på ett kollegialt lärande, varaktigt engagemang och med utbildade handledare. Denna satsning har ett antal olika inriktningar, men saknar än så länge en laborativ gymnasieinriktning.

Referenser

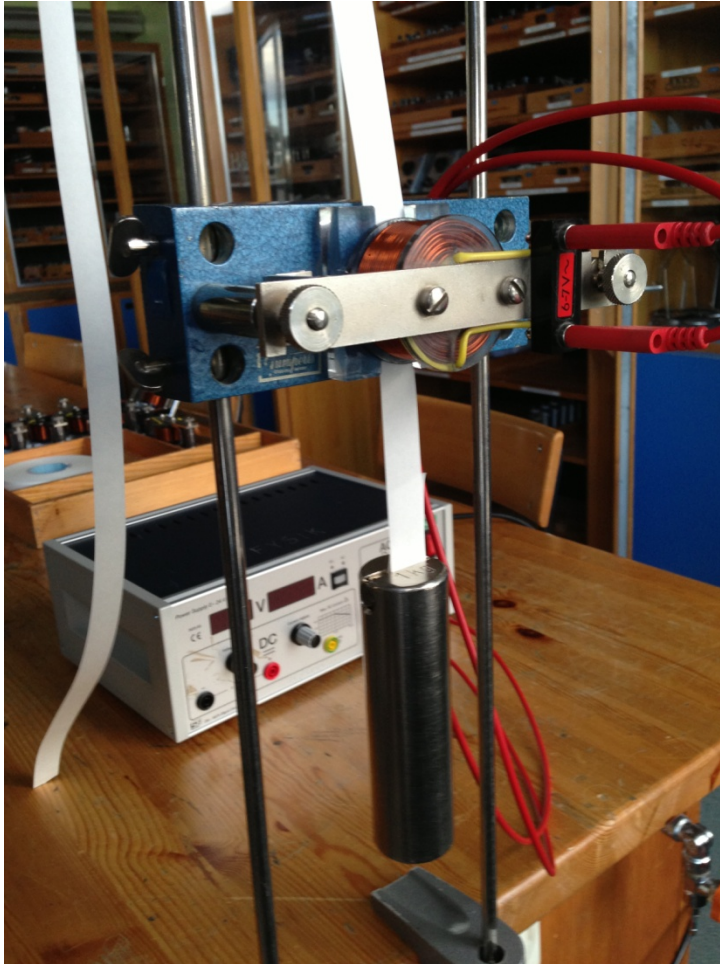
- Andersson, B. (1989). Grundskolans naturvetenskap: Forskningsresultat och nya idéer. Utbildningsförlaget.
- Arbetsmiljöverket. (2008). *Systematiskt arbetsmiljöarbete*. Solna: Arbetsmiljöverket Publikationsservice.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education, 18*, 947–967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education, 76*(2–4), 543–547.
- Engström, S. (2011). *Att värdsamt värdesätta eller tryggt trotsa: Gymnasiefysiken, undervisningstraditioner och fysiklärares olika strategier för energiundervisning* (Unpublished doctoral dissertation). Mälardalen University, Eskilstuna.
- Etkina, E., Gregorcic, B., & Vokos, S. (2017). Organizing physics teacher professional education around productive habit development: A way to meet reform challenges. *Physical Review Physics Education Research, 13*(1), 010107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010107>
- Falconer, I. (1997). J.J. Thomson and the discovery of the electron. *Physics Education, 32*(4), 226–231. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/32/4/015>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hargreaves, A., & Fullan, M. (2012). *Professional capital: Transforming teaching in every school*. New York: Teachers College Press.
- Hellberg, A. (2013). *Så arbetar du med kemikalier i skolan* (5. uppl. ed.). Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education, 36*(15), 2534–2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- Lager-Nyqvist, L. (2003). Att göra det man kan – en longitudinell studie av hur sju lärarstudenter utvecklar sin undervisning och formar sin lärarroll i naturvetenskap.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. *Handbook of Research on Science Education, 393–441*.

- Matthews, M. R. (2014). Pendulum motion: A case study in how history and philosophy can contribute to science education. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 19–56). Dordrecht: Springer.
- McDermott, L. C. (2006). Preparing K-12 teachers in physics: Insights from history, experience, and research. *American Journal of Physics* 74(9), 758–762.
- Nivalainen, V., Asikainen, M. A., & Hirvonen, P. E. (2013). Open guided inquiry laboratory in physics teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 449–474.
- Nunn, J. (2014). Educational inductive gravimeter. *Physics Education*, 49(1), 41–49. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/49/1/41>
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: Misunderstood and badly used? *School Science Review*, 96(357), 16–24.
- Sjøberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning: En kritisk ämnesdidaktik* (A. Claesdotter Trans.). Lund: Studentlitteratur.
- Skogh, I. (2001). *Teknikens värld - flickors värld: En studie av yngre flickors möte med teknik i hem och skola* Stockholm: HLS förlag.
- Skolverket. (2000). Kursplan i fysik. Hämtad 2017-09-06 från <https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasieutbildning/gymnasieskola/kursplaner-fore-2011/subjectKursinfo.htm?subjectCode=FY2000&lang=sv&tos=gy2000>
- Skolverket. (2004). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003: Sammanfattande huvudrapport*. Stockholm: Statens skolverk.
- Skolverket. (2011a). Ämnesplan i fysik. Hämtad 2017-09-06 från <http://www.skolverket.se/forskola-och-skola/gymnasieutbildning/amnes-och-laroplaner/sok-program-och-amnesplaner/subject.htm?subjectCode=FYS>
- Skolverket. (2011b). Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011 TPB.
- Skolverket. (2017a). Läroplaner, ämnen & kurser. Hämtad 2017-09-06 från <https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasieutbildning/gymnasieskola/mat>
- Skolverket. (2017b). Lärportalen för naturvetenskap och teknik. Hämtad 2017-09-06 från <https://naturvetenskapochteknik.skolverket.se/#/>
- Stewart, D. W., Shamdasani, P. N., & Rook, D. W. (2007). *Focus groups: Theory and practice* (2. uppl. ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (2009). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom* (1st Free Press trade pbk. ed.). New York: Free Press.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J., Buty, C., & Millar, R. (2001). An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several european countries. *Science Education*, 85(5), 483–508. <https://doi.org/10.1002/sce.1020>
- Trumper, R. (2003). The physics laboratory – a historical overview and future perspectives. *Science & Education*, 12(7), 645–670.
- van den Berg, E. (2013). The PCK of laboratory teaching: Turning manipulation of equipment into manipulation of ideas. *Scientia in Educatione*, 4(2), 74–92.
- Waters-Adams, S. (2006). The relationship between understanding of the nature of science and practice: The influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 28(8), 919–944.
- Wellington, J. J. (1998). Practical work in school science. Time for re-appraisal. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science, which way now?* (pp. 3–15). London; New York: Routledge.
- Wright, G. H. v. (1983). *Philosophical papers of Georg Henrik von Wright*. vol. 1, Practical reason. Oxford: Blackwell.

Bilaga

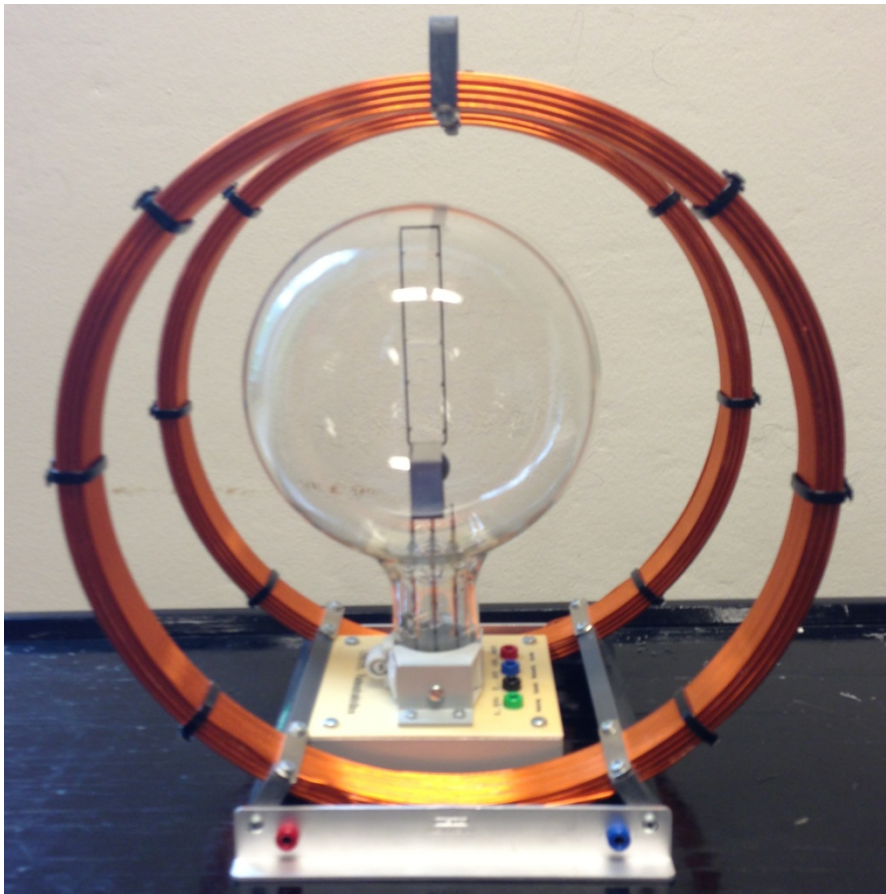
Frågeschema

1.



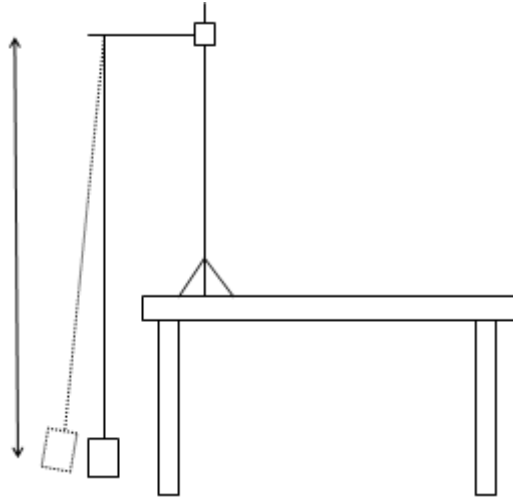
- Vilken laboration är det här?
- Vad tycker ni om den som laboration?
- Använder ni den i laborationsundervisningen? Vad använder ni istället?

2.



- Vilken laboration är det här? Gör ni den?
- Vad tycker ni om den som laboration?
- Vilka av elevens förmågor tränas genom den här laborationen?

3.



- Vilken laboration är det här? Gör ni den?
- Vad tycker ni om den som laboration?

4. Förmåga

- Hur har ni lärt er de laborationer som ni har beskrivit?
- Hur arbetar ni med utvecklingen av laborationsundervisningen?
- Vilken kompetensutveckling har ni fått rörande laborationsundervisningen?

5. Bedömning

- Vilken roll spelar laborationerna för betyget?
- Visste ni att didaktisk forskning har kommit fram till att prestationerna i laboratoriet har liten inverkan på betygsättningen? Vad har ni för tankar kring det?

6. Avslutning

- Vad kännetecknar en bra laboration?