



GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Fysikdemonstrationer för effektivt lärande

Underhållning eller undervisning?

Namn Johan Kolm & Sebastian Kilde Löfgren
Program Ämneslärarprogrammet med inriktning
mot arbete i gymnasieskolan, fysik och
matematik



Uppsats/Examensarbete: 15 hp
Kurs: LGFY1G
Nivå: Grundnivå
Termin/år: HT/2015
Handledare: Jakob Welander
Examinator: Caroline Adiels
Kod: VT15-3050-001-LGFY1G

Nyckelord: Fysikdemonstrationer, POE, conceptual change

The education of teachers in Sweden often suggest that demonstrations should be a part of the physics subject in order to catch the students' interest. We sought to find out if there were any effective ways of making demonstrations part of an effective learning experience. After finding studies of a method called "predict, observe and explain", we chose to dig deeper into this particular method and investigate it thoroughly. What we later found was support for this method to be effective. With this evidence, we chose to tie it together with what we have learned so far in our teacher education, and also tied it to what the regulatory documents for the physics courses say. Our findings were that the method we learned about goes very well with what we have learned previously but is never talked about explicitly. Thus, we as teachers are lacking the information required to make demonstrations satisfactory for both teacher and students.

1 Innehållsförteckning

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2 | Inledning | 3 |
| 2.1 | Syfte | 3 |
| 2.2 | Frågeställning | 3 |
| 3 | Teoretisk bakgrund..... | 4 |
| 3.1 | Skolverket | 4 |
| 3.2 | Kognitiv utveckling | 4 |
| 3.2.1 | Piaget | 4 |
| 3.2.2 | Conceptual change | 5 |
| 3.3 | Predict, Observe, Explain | 7 |
| 3.4 | Studier som stärker POE och PDEODE | 8 |
| 3.5 | Sammanfattning | 9 |
| 4 | Exempel..... | 10 |
| 4.1 | Fem roliga fysikfenomen | 10 |
| 4.1.1 | Demonstrationerna | 10 |
| 4.1.2 | Analys..... | 11 |
| 4.2 | For the Love of Physics | 13 |
| 4.3 | Demonstration enligt POE och PDEODE | 14 |
| 4.4 | Sammanfattning | 15 |
| 5 | Diskussion | 15 |
| 6 | Slutsats | 17 |
| 7 | Referenslista..... | 18 |

2 Inledning

I dagens skolsystem eftersträvas en allt mer formativ undervisning. Detta framgår tydligt i aktuella kursplaner och stor vikt läggs vid att elever ska bekanta sig med fysikens karaktär och arbetssätt. Fler krav ställs på läraren att ha en mer engagerande och varierad undervisning, där alla elevers förutsättningar tas i beaktning. Med tid, ekonomiska förutsättningar samt växande klassrum i åtanke är demonstrationer ett lockande moment att lägga tid på. Det ligger i vårt intresse efter att ha fått höra mycket positivt om fysikdemonstrationer att finna goda sätt att implementera dessa i vår egen undervisning. Den vetenskapliga litteratur vi tagit del av tidigare kring fysikdemonstrationer och den inverkan de har på undervisningen har varit knapp.

Bland de lärare vi stött på tycks det inte finnas någon tydlig enighet kring demonstrationers syfte, vad de tillför eller om de effektiviserar samt gynnar lärandeprocessen. Den brist på enighet är något förbryllande och har gett upphov till ett intresse för oss: att finna effektiva och lätta verktyg som en lärare kan ha med sig när fysikdemonstrationer planeras samt genomförs. Det ligger i vårt intresse att ha effektiva och bekräftade metoder som bas då undervisning planeras. Erkänd forskning, tillsammans med läroplan och kursplan som referens är det som ger lärare möjlighet att argumentera för sin undervisnings upplägg. Vilket är något vi tror alla lärare önskar göra för att kunna garantera sina elever en så bra undervisning som möjligt, där det erbjuds en miljö där alla elevers lärande främjas.

2.1 Syfte

Studiens syfte är att undersöka forskning som behandlar demonstrationer, samt ta fram konkreta exempel på hur demonstrationer effektivt kan implementeras i gymnasieskolans fysikundervisning så att de gynnar elevers inläring.

2.2 Frågeställning

Våra huvudsakliga frågeställningar är följande:

- *Hur kan fysikdemonstrationer implementeras i fysikundervisningen för att öka elevers förståelse?*
- *Vad finns det för aspekter som är viktiga att tänka på när en planerar sin undervisning kring fysikdemonstrationer?*
- *Vad finns det för utbildningsvetenskapliga teorier och andra belägg som styrker användandet av fysikdemonstrationer?*

3 Teoretisk bakgrund

3.1 Skolverket

Enligt skollagen (SFS 2010:800) kontrolleras gymnasieutbildningens värdegrund, uppdrag, mål samt riktlinjer av en läroplan som författas av skolverket. Vidare regleras innehållet och syftet i enskilda kurser och kursmoment även av en kursplan författad av Skolverket, som är utformad kring varje kurs. Här finns kunskapskraven för de olika betygen men även de områden som ska hanteras i varje kurs och även riktlinjer kring hur undervisningen ska bedrivas.

För att ha belägg för att använda praktiska moment såsom demonstrationer i undervisningen kan en i läroplanen för gymnasieskolan finna under examensmål för naturvetenskapliga programmet: *”Förståelse av naturvetenskap bygger på ett samspel mellan teori och praktisk erfarenhet. Experiment, laborationer, fältstudier och andra jämförbara praktiska moment ska därför vara centrala inslag i utbildningen.”* (Skolverket, 2011c, s. 47).

Samt under examensmål för teknikprogrammet står det *”Utbildningen ska också innehålla kreativa och problemlösande arbetsformer samt ge förutsättningar för eleverna att utveckla ett tvärvetenskapligt förhållningssätt.”* (Skolverket, 2011c, s. 51).

För att få en tydligare bild kring hur praktiska moment kan implementeras i undervisningen krävs det att en som lärare även kan motivera undervisningsupplägget med hänvisning till kursplanen för den aktuella kursen. En av de fem förmågor som elever ska ges förutsättning att utveckla i ämnet fysik är *”Förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt förmåga att hantera material och utrustning.”* (Skolverket, 2011a), vilket visar på att praktiska moment bör ha en central roll i fysikundervisningen.

3.2 Kognitiv utveckling

När vi tänker på fysikdemonstrationer så ser vi det som ett verktyg för att främja lärandet, det vill säga elevens kognitiva utveckling inom ämnet fysik. Således studeras forskning och material som berör elevers kognitiva utveckling. Vi ämnar också finna belägg kring huruvida fysikdemonstrationer anses vara ett effektivt verktyg för att gynna elevers förståelse samt finna metoder för att främja elevers utveckling.

Den praktiska metod som redogörs för i denna studie finner sitt stöd i begreppet conceptual change. För att utförligt redogöra för detta begrepp och forskningsområde studeras först Piagets teori kring kognitiv utveckling, som senare leder vidare till att förklara conceptual change vilket ligger till grund för en praktisk metod kallad POE.

3.2.1 Piaget

Piagets teori kring kognitiv utveckling menar Säljö (2012, s. 166) kretsar kring att alla levande varelser strävar mot ekvilibrium och att detta kan uppnås genom adaptation. Adaptation innefattar två grundstenar som Piaget beskriver som assimilation och ackommodation (Säljö, 2012). Assimilation innebär att en bygger sin kunskap genom att ta in information om vad som händer omkring en, där den nya informationen inkorporeras och stärker samt vidgar ens tidigare förståelse (Dykstra, Boyle & Monarch, 1992, s. 625; Mancuso, 2010, s. 20; Säljö, 2012, s. 166).

När ny information stöts på som inte kan förklaras med hjälp av ens tidigare kunskap uppstår en kognitiv konflikt. För att kunna lösa denna kognitiva konflikt måste ens begreppsforståelse förändras med hjälp av den nya informationen för att bättre kunna förstå ett specifikt område (Säljö, 2012). Detta är vad Piaget menar med ackommodation och Mancuso (2010, s. 20) hävdar att det kan förklaras som att *”accommodation is a process of conceptual restructuring*

occurring through modification of existing knowledge. Essentially, it occurs when students use existing concepts to understand new phenomena”

Vidare menar Mancuso (2010) att elevers intresse och engagemang ökar då en kognitiv konflikt uppstår och det uppstår ett större intresse för att förklara och lösa denna kognitiva konflikt på grund av att det uppstår ett obehag om det finns motsägande begrepp. Dykstra et al. (1992) hävdar att det också krävs att elever är motiverade för att ackommodation ska ske. Det kognitiva obehaget som uppstår kan liknas vid Säljö (2012) beskrivning om strävan mot ekvilibrium och att det då krävs en ackommodation för att bli kvitt det kognitiva obehaget.

En viktig del är att inte se assimilation och ackommodation som två åtskilda processer utan att de i olika utsträckning alltid är verksamma i elevers adaptation (Säljö, 2012), trots att det i denna studie främst diskuteras kring kognitiva konflikter och hur de kan användas för att skapa effektiva och lärorika demonstrationer.

3.2.2 Conceptual change

När det talas om begreppsförståelse inom fysik kommer väldigt ofta en diskussion kring elevers missuppfattningar upp. Det finns de elever som kan lösa standarduppgifter, men när de får uppgiften att förklara variablerna i formeln de använder kan deras begreppsförståelse skilja sig från en mer korrekt vilket hindrar eleverna från att kunna lösa uppgifter av svårare typ. Problemet minskar inte av att eleverna känner sig säkra i att deras begreppsförståelse är korrekt (Brown & Hammer, 2013). Ett exempel på detta är att en elev mycket väl kan lösa uppgifter som involverar användandet utav Newtons andra lag, $F = ma$ för att finna a om uppgiften gett information kring F och m . Ombeds sedan eleven förklara ekvationen $F = ma$ ger hen svaret att ett objekts kraft beror på hur tungt objektet är och hur snabbt objektet rör sig (Brown & Hammer, 2013, s. 121). Här kan en avläsa att elevens uppfattning kring begreppet acceleration har blivit ihopblandat med begreppet hastighet (Brown & Hammer, 2013, s. 121) och här är det uppenbart att elevens begreppsförståelse kring acceleration behöver genomgå en större förändring för att komma till en korrekt förståelse (diSessa & Sherin, 1998, s. 1157).

När det finns en på vissa plan fundamental skillnad mellan elevens beskrivning på acceleration och en korrekt beskrivning av begreppet så krävs en större kognitiv förändring för att eleven ska få en korrekt begreppsförståelse. Det är en sådan större förändring i hur en elev beskriver ett begrepp som flera forskare (diSessa et al., 1998; Dykstra et al., 1992) beskriver som kärnan i conceptual change. Mancuso (2010) hävdar att conceptual change innebär att elever inte enbart tar till sig nya begrepp utan att ny information antingen förändrar eller helt byter ut tidigare uppfattningar kring specifika begrepp, detta kan på så sätt liknas vid Piagets ackommodation (Dykstra et al., 1992; Mancuso, 2010; Säljö, 2012).

Dykstra et al. (1992) menar på att inom traditionell undervisning samt i läroböcker tas inte elevers ibland annorlunda uppfattningar upp och att det inte hjälper med att läraren endast presenterar korrekta och för eleverna kanske nya tolkningar kring begrepp för att elevernas förståelse ska förändras. Dykstra et al. (1992) hävdar vidare att när läraren och eleven har på en fundamental nivå olika förklaringar kring begrepp bidrar det till ett ineffektivt lärandeklimat där elevens förståelse ej kommer utvecklas avsevärt och således inte kommer förstå basala begrepp korrekt, som i sin tur skadar resterande utbildning.

I ett försök att tydliggöra vad som krävs för conceptual change ska genomgå av elever (Muller, 2008, s. 123-124) finns det fyra viktiga förutsättningar som måste uppnås (som av Posner, Strike, Hewson och Gertzog [1982, s. 214] förklaras som ackommodation):

- 1) Eleven måste uppleva att ens nuvarande begreppsuppfattning inte räcker till och att det skapas ett kognitivt obehag.

- 2) Nya presenterade uppfattningar av begrepp måste av eleven i viss mån kännas begripliga.
- 3) De nya begreppsuppfattningarna måste direkt kännas trovärdiga. Eleven måste få känslan av att med den nya presenterade begreppsuppfattningen kan lösa problemen som gav upphov till det kognitiva obehag när ens tidigare begreppsuppfattning inte räckte till.
- 4) Nya begreppsuppfattningar måste kännas givande i att det både kan förklara påträffade fenomen, samt att det finns potential för att utvecklas vidare och hjälpa eleven lösa kommande problem.

En problematik som uppstår när det talas om conceptual change är vad som menas med begrepp och hur de bör definieras. diSessa et al. (1998) presenterar olika sätt att se på konceptet begrepp och det är viktigt att på förhand ha klart för sig vad en ser som begrepp när läraren ska lära ut något. Det är av oerhörd vikt att finna vilka begrepp som är centrala i det läraren ämnar lära ut, för att sedan försöka identifiera hur elever kan ha tolkat dessa begrepp tidigare och vilka förkunskaper de har med sig och hur deras definitioner kan skilja sig från korrekta. Brown et al. (2013, s. 122-123) menar att elevers tidigare definitioner av olika begrepp ofta är baserade och kopplade till upplevda vardagliga fenomen. Utifrån dessa upplevda fenomen har eleven sedan försökt att utforma en primitiv men allmän uppfattning om begreppets betydelse. På så vis kan det här uppstå en svår situation då eleven upplevt eller studerat ett fenomen som förklarar ett visst begrepp, men har fått en felaktig uppfattning om begreppet.

Chi, Slotta och de Leeuw (1994) menar på att teorin kring conceptual change är användbar för att kunna skilja på när lärande bör fortgå genom direkta förklaringar av ett fenomen, samt när det är bättre att tillämpa mer kumulativa inlärningsmetoder. Fortsätter vi på spåret med inriktning på en mer kumulativ inlärningskurva, där det alltså krävs att läraren utformar en undervisning där eleverna ges tillfälle att lära sig ett komplext begrepp stegvis, ligger troligen argumentation nära till hands som verktyg. Argumentation som ett verktyg för lärande hamnar nära Vygotskijs teori, att lärande är en social process där elever gynnas av det sociala samspelet samt skilda kunskapsnivåer (Säljö, 2012). Därmed kan argumentation vara ett positivt verktyg i den mån att genom argumentation kommer elevernas olika tolkningar och kunskaper kring begrepp att sättas på prov.

En som lärare får genom diskussioner i klassrummet en inblick i elevernas olika tolkningar, samtidigt som de elever med en sämre begreppsförståelse förhoppningsvis kommer att påbörja conceptual change i form av att deras egna begreppsförståelse inte håller. De elever med en korrekt begreppsförståelse får sina tolkningar utmanade och således stärks deras begreppsuppfattningar när de lyckas överkomma mothugg.

Nussbaum och Sinatra (2002) syftar på att det bör tas i beaktning i vilka sammanhang det är fördelaktigt att implementera argumentation i undervisningen. Då det till skillnad från en förklaring i en argumentation inte är uppenbart vad som är korrekt, utan att det i en argumentation finns risk för att elevers begreppsförståelse fortsätter vara felaktig och inte utvecklas. Dock hävdar Nussbaum et al. (2002, s. 393-394) att argumentation är något en som lärare bör implementera i undervisningen då det ger god avkastning i form av utvecklad begreppsförståelse samt ökat socialt samspel mellan elever.

Att det sociala samspelet mellan elever sinsemellan, samt elever och lärare är något att eftersträva för att gynna inläring är något även Vygotskijs ZPD (*"Den närmaste proximala uvecklingszonen"* [Säljö, 2012, s. 193]) styrker. ZPD går ut på att utveckling och lärande är en ständigt process under hela livet och att ZPD är den zon där potentialen att utvecklas är som störst (Säljö, 2012; Warford, 2010; Guk & Kellogg, 2007; Shabani, Khatib & Ebadi, 2010). Guk et al. (2007, s. 284-285) menar på att en argumentation i det sociala rummet ger

upphov till en variant på ZPD, där elever med sina olika mentala nivåer och framsteg inom aktuellt ämne hjälper varandra utvecklas. Ett centralt steg inom ZPD är att läraren måste identifiera och förstå elevernas olika aktuella kunskapsnivåer för att kunna skapa ett klassrumsklimat där eleverna hela tiden fortsätter utvecklas (Säljö, 2012, s. 194).

Vidare studeras en praktisk metod för hur fysikdemonstrationer kan användas som ett effektivt verktyg i klassrummet. Med sin grund i conceptual change visas det även på vikten av det sociala klassrummet, där observation, förkunskaper och diskussion hamnar i fokus som en grund för utveckling och lärande.

3.3 Predict, Observe, Explain

Fysikdemonstrationer är enligt en inpräntad bild i vår lärarkår en central del i att ge elever en grundläggande förståelse för fysikaliska fenomen utanför textböckerna (Roth, McRobbie, Lucas & Boutonné, 1996, s. 512; Miller, Lasry, Chu & Mazur, 2013, s. 1). Att se ett fenomen i klassrummet har en länge sett som något både stimulerande och intresseväckande för både starka och svaga individer. En demonstration vid första åtanke kan bara genomföras utan närmare eftertanke då det som sker endast är ett fysikaliskt fenomen så som en boll faller och studsar, en pendel svänger med ett visst intervall eller en vagn glider på ett ”friktionslöst” plan. Många av problemen som uppstår grundar sig i en ambitiös lärare som helst av allt bara vill visa sina elever en spännande och inspirerande sida av fysiken. I många av dessa problematiska fall ligger problemet i att läraren vet vad som borde hända och därför ser demonstrationen som perfekt för att bara visa en princip för vad som kommer hända (Roth et al., 1996, s. 510-511). Men till denna lärare kommer vi snart återkomma.

Det är allmänt accepterat i lärarkåren att demonstrationer bara är en tolkning av de fysikaliska fenomenen och kan därför enkelt missuppfattas av eleverna om delar av experimentet observeras och andra delar missas av studenten (Miller et al., 2013, s. 1). Detta ligger ofta hos vilken elev det är som observatör till lektionen och vilken typ av uppfattning studenten har av det fysikaliska rummet. Elever kan ofta ha uppfattningar som är mer eller mindre felaktiga, ostabila eller bara fungera för eleven i vissa situationer (Miller et al, 2013, s. 1).

Framkalla, konfrontera och lösa (elicit, confront, resolve) (Miller et al., 2013, s. 1) är en metod en tidigt har funnit effektiv för att lära ut tekniker och kunskaper där studenten inte hanterar ämnet i så hög utsträckning. Den bristfälliga kunskapen gör att en kan utnyttja att eleven sannolikt kommer göra minst en förutsägelse fel och det är då en kan använda den missuppfattningen för inläring. En framkallar först studentens idé om hur ett ämne är för att sedan konfrontera den idén. Eleven får på så sätt hjälp att inse sitt misstag och kan då lösa dessa missuppfattningar genom konfrontationen och resonera sig fram till en mer korrekt lösning. Detta är den metod en funnit störst evidens för att fungera och i demonstrationssamband är den även känd som POE (Miller et al., 2013, s. 1). POE står för ”predict, observe, explain” vilket kan översättas till förutse, observera, förklara. Denna metod innebär att läraren tar en tidig roll att inte bara genomföra demonstrationen utan även kontrollera elevernas förståelse för demonstrationens uppställning. Eleverna kommer att ges dessa tre uppgifter, de ska förutse vad som kommer hända, de ska observera experimentet och ska till sist förklara vad som hänt (Coştu, Ayas & Niaz, 2011, s. 50). Om en tidigare uppfattning finns om det fysikaliska fenomenet finns som har felaktiga element kan det underminera elevens möjligheter att ta till sig kunskapen på ett korrekt sätt. Hur detta skiljer sig från framkalla, konfrontera och lösa är på sättet ett experiment i sig är mindre förutsägbar i praktiken än vad en teoretisk kunskap är. En boll kan ha ojämn yta eller ytan ha en viss elasticitet så studsar inte blir som en förväntar sig, en pendels upphängning kan hindra svängningarna eller det friktionslösa planet kanske börjar bli slitet och inte fungera lika bra efter alla år. En måste med andra ord i samband med demonstrationerna ta på oss ett par

kritiska glasögon och inse att även om vi förutser att något visst händer så måste vi även ta i åtanke att även det vi observerar kan bero på andra saker än det fysikaliska fenomenet.

I demonstrationer ser vi nu att det finns ett tydligt och klart moment där POE-metoden arbetar utifrån conceptual change och de fyra punkter som nämndes i tidigare kapitel. För att göra sin förutsägelse och för att vi sedan ska kunna konfrontera den krävs det att studenterna verkligen tror något men när de observerar demonstrationen så möts de av en känsla att deras förutsägelse inte var helt korrekt. Förklaringen kräver också således en hög nivå av kvalitet då en förklaring som inte låter trovärdig i sin presentation kan komma att stötas bort av eleverna som en kort eller enkel version av problemet.

Ett annat stort problem som tas upp är att demonstrationer sällan kan observeras på samma sätt av alla elever (Roth et al., 1996, s. 509-510). I ett exempel här tar läraren upp ett cykelhjul och sätter sig på en roterande pall för att demonstrera rotationskrafter. Det han inte tar i åtanke är att hälften av eleverna inte ser stolen som han sitter på och det visar sig även senare att stolen roterar väldigt dåligt då den är sliten och inte heller tänkt till ändamålet. Dessa två faktorer gör att stora delar av studenterna får svårt att ta till sig demonstrationen på det sätt som läraren tänkt sig.

Vi kan använda oss av detta demonstrationsmoment för att belysa de centrala delarna i POE. I en problemsituation som den ovan är det viktigt att det finns en interaktion med elevernas frågor och vilka förutsägelser eleverna har att göra om demonstrationen innan den genomförs. Med andra ord misslyckas läraren att fullfölja Predict-delen och därmed inte har en aning om vad elevernas grundförståelse ligger. Studenterna har sedan svårt att observera demonstrationen vilket problematiserar hela andra delen av POE. Till sist så gör läraren sitt bästa för att förklara vad som hänt eller borde hänt men låter inte eleverna framföra sin uppfattning av demonstrationen och därmed ta bort elevernas rätt att försöka förklara för att utmana sin förförståelse och sina observationer (Roth et al., 1996, s. 509-510).

En vidarearbetning på POE är något som kallas PDEODE (Coştu et al, 2011, s. 47). Det är en förkortning för predict, discuss, explain, observe, discuss, explain (förutse, diskutera, förklara, observera, diskutera, förklara). Det som skiljer den är att det tillkommer tre uppgifter för eleverna att utföra. Att förutse experimentets utfall är fortfarande en central början, men studenterna kommer att behöva diskutera både sina förutsägelser och vad de såg i sin observation av demonstrationen. Att på detta sätt arbeta förhållandevis kritiskt mot sina egna tankar och uppfattningar är något som tas upp på flera ställen i Skolverkets (2011a) formulering av fysikämnets syfte. Bland annat ser vi att *"i undervisningen ska eleverna ges tillfällen att argumentera kring och presentera analyser och slutsatser"* (Skolverket, 2011a, s. 1). Att då använda sig av POE och framför allt PDEODE i våra demonstrationsövningar i gymnasieskolan är önskvärt för att ge eleverna fler sätt att tillgodose sig ämnets syfte.

3.4 Studier som stärker POE och PDEODE

Det finns flera studier som har prövat effekterna av POE- och PDEODE-metoderna och har också stärkt dess effekt att inverka positivt på inläringen hos elever från demonstrationer. De undersökningar vi arbetat med som stärker teorin är en undersökning av Coştu et al (2011) där 52 elever från i första hand naturvetenskapliga utbildningar gavs tre tester som prövade PDEODE som metod för lärande i olika sammanhang. Att nämna här är att studien utfördes genom tester på papper snarare än i en demonstrationsmiljö men att det som prövades var hur elevers förutsägelser påverkar det de observerar och de slutsatser de drar. Utfallet av denna studie var att det helt klart kan vara en fungerande metod för att lära ut mer komplexa begrepp där eleverna har en förförståelse som kan sättas på prov.

Ytterligare utfördes av Miller et al (2013, s. 2) en liknande studie med större fokus på POE där sammanlagt 292 studenter uppdelade i två universitetsklasser utmanades med 22 olika demonstrationer. I resultatet av denna studie visar den insamlade data entydigt att elever som inte gör en förutsägelse i mycket större utsträckning inte förklarar sin observation på rätt sätt. Slutsatsen av denna studie blir således att det viktigaste att tänka på när en utformar demonstrationer är att det är av stor betydelse om en ber eleverna att göra en förutsägelse innan demonstrationen startas (Miller et al, 2013, s. 4).

En tredje studie är den där Mancuso (2010) gör en mycket bred undersökning med många olika frågor på en förhållandevis liten grupp elever i åldrarna 11-14 år. I undersökningen där 47 elever deltar testas eleverna med demonstrationer som alla har en naturvetenskaplig anknytning. Det undersökningen drar som slutsats är att eleverna i de POE-orienterade demonstrationerna i högre grad kognitivt engagerade sig i problemet och gav uppgiftsnära svar vilket i sin tur leder till en effektivare undervisning (Mancuso, 2010, s. 156).

3.5 Sammanfattning

Studerar en Skolverkets aktuella läroplan för gymnasieskolan, samt individuella kursplaner för Fysik 1a och 2, finner en tydliga riktlinjer på att läraren förväntas erbjuda en varierad undervisning. Det läggs stor vikt på inkluderandet av praktiska moment som centrala inslag i undervisningen. Funna riktlinjer trycker därmed på att lärare som undervisar ämnet fysik i stor grad förväntas inkludera praktiska moment i sin undervisning och där inräknas även demonstrationer.

Kring kognitiv utveckling ställs begreppet conceptual change i fokus, då det är ett begrepp som bygger vidare på hur demonstrationer praktiskt bör implementeras i undervisningen. Conceptual change handlar i stor del om en kognitiv utvecklingsprocess, som har vissa liknelser till Piagets ackommodation. Innebörden är att elever genomgår conceptual change i syfte att förändra existerande begreppsförståelse när den avviker från en korrekt. Det är när en genomgår en större kognitiv förändring av ens nuvarande begreppsförståelse som ofta ses som kärnan i begreppet.

De steg som ingår i conceptual change är följande:

- 1) Eleven måste uppleva att ens nuvarande begreppsuppfattning inte räcker till och att det skapas ett kognitivt obehag.
- 2) Nya presenterade uppfattningar av begrepp måste av eleven i viss mån kännas begripliga.
- 3) De nya begreppsuppfattningarna måste direkt kännas trovärdiga. Eleven måste få känslan av att med den nya presenterade begreppsuppfattningen kan lösa problemen som gav upphov till det kognitiva obehag när ens tidigare begreppsuppfattning inte räckte till.
- 4) Nya begreppsuppfattningar måste kännas givande i att det både kan förklara påträffade fenomen, samt att det finns potential för att utvecklas vidare och hjälpa eleven lösa kommande problem.

Teorin är också ett effektivt verktyg för att skilja på vilken typ av undervisning som läraren behöver tillämpa. Beroende på elevens begreppsuppfattning kan en tolka huruvida mer direkta förklaringar av ett nytt område räcker, eller om det är mer passande att tillämpa mer kumulativa inlärningsmetoder.

Ett användbart hjälpmedel för att få inblick i elevens begreppsforståelse och missuppfattningar är argumentation. Detta verktyg ger i det långa loppet god avkastning på elevernas lärande

och utveckling. Argumentation stärker även det sociala samspelet, vilket i sin tur enligt Vygotskiljs närmaste proximala utvecklingszon (ZPD) är något att eftersträva då utveckling och lärande gynnas genom en social klassrumsmiljö.

Praktiska metoder för att genomföra effektiva fysikdemonstrationer där lärandet står i fokus går att finna med sin grund i conceptual change. De ses enligt en inpräntad bild i lärarkåren som ett verktyg för att ge elever en grundläggande förståelse, där det anses vara stimulerande och intresseväckande för eleverna att uppleva fysikaliska fenomen.

Det uppstår många problem i demonstrationer då lärare använder dessa för att bara visa elever en inspirerande sida av fysiken men inte tar med elevernas tolkning utan endast ser den korrekta tolkningen.

En effektiv metod med grund i empiriska studier och conceptual change är predict, observe, explain (POE). Innebörden av POE ligger i att utveckla samt utmana elevers nuvarande begreppsförståelse, eventuellt förstärka de som ha en korrekt förståelse. En viktig del för läraren att identifiera är huruvida demonstrationens utfall även kan bero på, eller påverkas av andra saker än det fenomen som önskar observeras.

POE-metoden kan vidareutvecklas och en mer tidskrävande demonstration kan utformas enligt predict, discuss, explain, observe, discuss, explain (PDEODE). Denna utveckling på POE innebär att det tillkommer en argumenterande del där eleverna i större utsträckning uppmanas arbeta kognitivt i samband med demonstrationer.

Metoderna POE och PDEODE har tydliga kopplingar till begreppet conceptual change och de fyra punkter som behöver ingå för att genomgå conceptual change.

Vidare förstärks användandet av dessa metoder i ett antal undersökningar och i denna rapport återfinns undersökningar gjorda på elever i olika åldrar samt en universitetsstudie. Resultatet i dessa undersökningar är att POE samt PDEODE ger ett förbättrat resultat på elevers kunskap.

4 Exempel

Här ämnar vi redogöra för olika typer av demonstrationer som på olika sätt kan implementeras i fysikundervisningen på gymnasiet. Funna exempel ställs i relation till den teoretiska bakgrund som redogjorts för i denna studie och eventuell revidering görs för att bättre anpassa presenterade exempel till aktuella kursplaner för fysikkurserna på gymnasiet.

4.1 Fem roliga fysikfenomen

Här genomgås exemplet i två separata delar. Först görs en genomgång av en Youtubevideo som visar olika demonstrationer av fysikaliska fenomen. Sedan följer en analys av demonstrationerna, med en presentation kring hur de kan användas av lärare i den svenska gymnasieskolan.

4.1.1 Demonstrationerna

I en Youtube video presenterar samt demonstrerar Muller (2014a) fem fysikfenomen som enkelt kan testas hemma eller i klassrummet. Efter varje demonstration ställs frågan hur det som observeras fungerar. Avslutningsvis ber Muller (2014a) tittaren försöka förklara dessa fenomen genom att antingen skriva i kommentarsfältet eller själva göra en video med förklaring. En vecka senare läggs även en förklaring av alla fenomen upp i form av en ny Youtube video av Muller (2014b).

Den första demonstrationen handlar om att hitta ett objekts masscentrum och utförs lämpligt med hjälp av ett stavliknande föremål. Tittaren ombes inledningsvis försöka placera sina

pekfingrar under en stavs masscentrum medan en medhjälpare håller i staven, men som släpper staven när en tror sig hålla pekfingrarna på rätt ställe. Det som ofta sker är att fingrarna är felplacerade och staven faller i marken. Som nästa steg ber Muller (2014a) tittaren försöka igen, men denna gång genom att placera ens pekfingrar i var sin ände på staven så att tittaren håller den själv. Sedan ska pekfingrarna flyttas in mot stavens mitt och resultatet blir att ens pekfingrar alltid hamnar rakt under masscentrum och således balanseras staven på pekfingrarna.

Nästa demonstration behandlar rotation och tröghetsmoment. Inledningsvis visar Muller (2014a) två vanliga sätt att göra ett litet kast rakt upp med en telefon så att den spinner och är enkel att fånga i handen igen. Vidare demonstreras försök att spinna telefonen på ett tredje sätt, men där telefonen hela tiden börjar spinna åt ett annat håll än den spinn som kastet påbörjar. Det förklaras att oavsett hur perfekt kastet påbörjar börjar telefonen alltid och spinna i någon av de andra hållen.

Det tredje fenomenet är att en, genom att gnida en plastmugg mot hår, kan få vatten rinnandes ur en kran att böjas mot muggen. Muller (2014a) inleder med att presentera en vanlig missuppfattning som ofta används för att förklara fenomenet. Denna missuppfattning är att vattenmolekylerna vrider sig så att de positiva sidorna riktas mot den negativt laddade plastmuggen och därmed dras vattenmolekylerna mot muggen. Vidare förklaras att muggens negativa laddning är för svag för att påverka vattenmolekylerna mer än att vrida dessa och alltså inte är vad som gör att vattnet böjs i muggens riktning.

För att göra den fjärde demonstrationen behövs en skål med vatten, frukostflingor och en stark magnet. En frukostflinga läggs i vattenskålen och sedan förs magneten nära flingan och försök dra runt den i skålen. Resultatet blir att frukostflingan följer magneten runt i skålen.

Som sista demonstration använder Muller (2014a) en tepåse och en tändare. Tepåsen klipps av under snörets fäste så att den kan veckas ut och tömmas på teet för att sedan vecklas ut till en rektangel och ställas upp. Tepåsen tänds på längst upp och precis innan den brunnit ända ner börjar den sista stumpen flyga uppåt.

4.1.2 Analys

Studerar vi den första demonstrationen och jämför med Mullers (2014b) förklaring ser vi att fenomenet behandlar friktionskraft mellan fingrarna och staven, normalkraft samt resulterande krafter. Dessa begrepp behandlas i Fysik 1a (Skolverket, 2011a) och Newtons lagar och området som behandlar dessa krafter är ofta inledande i Fysik 1a kursen. I fotspåren av POE och teorin om conceptual change kan läraren använda denna demonstration som ett verktyg tidigt i kursen för att skapa engagemang hos eleverna. En annan viktig del är att läraren får möjlighet att lära vad eleverna har för förkunskaper, samt vilka missförstånd som finns gällande det abstrakta begreppet kraft och de begrepp som hör till. Syftet med denna demonstration ligger således inte att eleverna fullt ska ta till sig förklaringen, utan endast lägga grunden för conceptual change. Således kan det därför vara fördelaktigt att genomföra demonstrationen efter PDEODE, därmed ges mycket utrymme för diskussion samt utrymme för att elevers missuppfattningar kring bland annat begreppet kraft utmanas till den grad att ett kognitivt obehag uppstår.

I den andra demonstrationen behandlas delvis ett begrepp som ligger utanför gymnasiefysiken, tröghetsmoment hos en stel kropp. En mobiltelefon kan roteras längs tre axlar, där den ena axeln kräver minst tillförd kraft för att rotera då masscentrum återfinns nära rotationsaxeln. Rotationsaxeln som kräver mest tillförd kraft är en annan axel mobiltelefonen kan rotera kring. Den tredje axeln kallas den mellanliggande rotationsaxeln. Här finns det en lag gällande mellanliggande rotationsaxel som säger att, förutsatt att rotationen inte är helt

perfekt så kommer en rotation längs den mellanliggande rotationsaxeln även att rotera längs någon utav de andra axlarna. Muller (2014b) väljer att jämföra detta fenomen med rotationen hos en käpp. Detta görs genom att jämföra de axlar som en lätt kan rotera telefonen längs med att käppen hänger med handtaget i handen och utsätts för små knuffar som får den att pendla fram och tillbaks, för att till sist gå tillbaka till sitt begynnelsestillstånd. Den mellanliggande rotationsaxeln väljer Muller (2014b) att jämföra med att försöka balansera käppen med handtaget i handflatan och resten pekandes rakt upp. Nu är stavens tillstånd instabilt och små knuffar åt olika håll får den att bli exponentiellt mer instabil.

För att hitta användningsområden till denna laboration får en söka svar i kursplanen för Fysik 2 (Skolverket, 2011b). Här står det under centralt innehåll att kursen ska behandla *"Vridmoment för att beskriva jämviktstillstånd"* (Skolverket, 2011b) och således kan denna demonstration användas i slutet av detta kursmoment för att vidare intressera eleverna för mer komplicerad mekanik. Genom att tillämpa metodiken från POE kan läraren först visa de två axlarna som telefonen enkelt kan spinnas, för att sedan fråga eleverna vad som händer när en försöker spinna telefonen längs den tredje axeln. Följt av en observe-del där läraren dels kan visa men även låta eleverna försöka själva, då är dock något mjukt underlag att föredra så ingen telefon riskerar att gå sönder. Till sist kan läraren förklara i still med Mullers (2014b) förklaring.

I demonstrationen med vattnet och plastmuggen kan en som lärare förklara fenomenet genom att prata om begreppen elektrisk laddning, repulsion och attraktion. Det som sker är att vattnet som rinner ut ur kranen inte endast är rena vattenmolekyler utan även positivt samt negativt laddade joner. När en således för den negativt laddade plastmuggen nära vattenstrålen kommer muggen att repellera negativa joner, där en del kommer att åka tillbaks upp i kranen. Då muggen repellerar de negativa jonerna kommer en del vattendroppar att vara positivt laddade och därmed attraheras av den negativt laddade muggen så pass mycket att vattnet rinner krökt mot muggen. I kursen Fysik 1 (Skolverket, 2011a) är en del av området elektrisk energi elever ska lära sig om just elektrisk laddning och här kommer således begreppen in i undervisningen. Det positiva med att utföra en POE demonstration av detta fenomen är att begreppen som behandlas inte är helt okända för många elever. Det som möjligen kan behöva förklaras av läraren på förhand, innan predict-delen är att plastmuggen blir laddad (att den just blir negativt laddad behöver nödvändigtvis inte avslöjas på förhand) när en gnider plastmuggen mot hår. I någon mån kan det även vara fördelaktigt att förklara vad en jon i samband med demonstrationen.

Den fjärde demonstrationen kan förklaras på två sätt, där båda dock behandlar magnetism som huvudsakliga begrepp. En förklaring läraren kan använda, är helt enkelt att då frukostflingor innehåller järn som protein är de magnetiska och kommer attraheras av en tillräckligt stark magnet. För att göra denna förklaring tydlig kan en smula ner några flingor för att sedan föra magneten över smulorna (Muller, 2014b). Då kommer en del smul fastna på magneten och här kan det hända att elever börjar gissa och dra kopplingen till att flingor innehåller något magnetiskt och kanske även att de innehåller järn. Således ges en förklaring där läraren endast leder eleverna till att själva dra parallellen att flingor innehåller järn som i sin tur är magnetiskt. Denna förklaring gör att demonstrationen kan vara lämplig att inkorporera då det talas om laddningar och influens då det bör förklaras varför järnsmulorna attraheras av magneten men inte resten av flingsmulorna. Således kan en POE variant på denna demonstration användas i Fysik 1a (Skolverket, 2011a). Demonstrationen kan inledas med att eleverna får gissa vad som händer när en för en magnet nära en frukostflinga som ligger och flyter i en skål med vatten.

Den andra förklaringen är tämligen mer komplicerad och behandlar även magnetfält och speciellt diamagnetism, vilket inte är ett begrepp som behandlas i Fysik 2 (Skolverket, 2011b)

men som kan ge en inblick på mer avancerad fysik inom området magnetiska fält. En som lärare kan använda sig av att eleverna observerade demonstrationen i Fysik 1a (Skolverket, 2011a) till att utöka förklaringen i Fysik 2 (Skolverket, 2011b) när de arbetar inom området magnetiska fält. Förklaringen går ut på att vattnet är diamagnetiskt och när ett magnetfält influerar vattnet så skapas ett motsatt magnetfält i vattnet (Muller, 2014b). Därmed repelleras vattnet något när den starka magneten förs ovanför vattnet. En lärare kan således göra en twist på laborationen där en efter att ha demonstrerat vad som händer med en frukostflinga kan ta något som normalt inte attraheras av en magnet exempelvis en pappersbit och låta den flyta i vattnet. Eleverna kommer troligtvis hävda att pappersbiten ej kommer attraheras av magneten och därmed uppstår ett intresse att ta reda på mer när pappersbiten beter sig som om den vore magnetisk. Här kan det vara fördelaktigt att utföra demonstrationen enligt PDEODE då eleverna här ges ett tillfälle att vidare befästa sina kunskaper, och påbörja conceptual change kring sina missförstånd gällande magnetism som fortfarande kan finnas kvar från Fysik 1 kursen (Skolverket, 2011a).

Till sist har vi kvar demonstrationen där en tepåse tänds på och lyfter och flyger uppåt. Här behandlas vad som ligger bakom det som ofta beskrivs som att *varm luft stiger* (Muller, 2014b). Denna demonstration är utmärkt att utföra enligt PDEODE i Fysik 1 då det centrala innehållet "*Tryck, tryckvariationer och Arkimedes princip.*" samt "*Ideala gaslagen som en modell för att beskriva atmosfärens fysik.*" (Skolverket, 2011a) behandlas. Denna demonstration kan användas då området kring klimat- och väderprognoser inleds, då eleverna ofta redan har gått igenom tryck och arkimedes princip. Det som krävs för att förklara vad som händer med den brinnande flygande tepåsen är nämligen just ideala gaslagen samt arkimedes princip. Arkimedes princip kommer in då den varma luften trycks uppåt av den kallare och tyngre luften.

4.2 For the Love of Physics

Under en föreläsning på Michigan Institute of Technology som var öppen för en naturvetenskapligt bevandrad allmänhet gjorde Walter Lewin omåttligt populär på Youtube (For The Allure of Physics, 2011).

Under den första delen av föreläsningen, förklarar Lewin grunderna för en pendel på ett mycket underhållande vis. Men är denna underhållande förklaring och demonstration hjälpsam med tanke på studenters inläring? Han börjar med att gå igenom den grundläggande ekvationen för en pendel i svängning för att genom en demonstration med en mycket stor pendel bevisa hur de variablerna relaterar till varandra och även visa på principen om energins bevarande som är mycket tydlig hos en pendel.

Den första demonstrationen han gör är att demonstrera att pendelns period är oberoende av amplituden. Han involverar här publiken på det sättet att de får vara med och räkna till tio svängningar av pendeln och se hur perioden relaterar till den tid han tidigare förutsett på tavlan. Han visar även genom att själv hänga sig i pendeln och göra om samma tio svängningar att perioden också är oberoende av massan hos pendeln.

I sin final på denna demonstration som snarast kan dras till den typ av demonstration som lärare använder för sitt underhållningsvärde snarare än sitt inlärningsvärde om en ser till tid som används, så börjar han tala om vad han kallar "fysikens heligaste lag" - lagen om energins bevarande. Efter en kort introduktion muntligt och på tavla kring potentiell energi, kinetisk energi och deras relation går han tillbaka till att använda pendeln. Han för upp pendeln till en glasruta som är fäst på väggen och ger kulan en liten knuff så att den får en starthastighet i samarbete med den potentiella energin som finns hos pendeln och därför går högre än ursprungsläget och krossar rutan. Lewin går vidare från detta experiment genom att

sätta sig själv i pendelns bana. Denna del är tydligt i stort för sitt underhållningsvärde men visar på ett vackert sätt hur energins bevarande. Han ställer sig mot väggen och släpper pendeln från hakan. Eftersom lagen om energins bevarande säger att pendeln återvänder till samma punkt eller lägre så överlever Lewin experimentet samtidigt som han visar en av fysikens byggstenar på ett mycket underhållande sätt.

Hur förhåller sig detta då till de teorier vi tidigare påvisat? Om vi utgår från begreppet POE så ser vi att publiken inte får någon chans att presentera sina förutsägelser. Även om de kanske gör egna antagen vet inte Lewin om dessa antaganden och då kan inte heller anpassa demonstrationerna för studenternas förväntningar och missuppfattningar. Vad det gäller för studenterna att observera och tolka demonstrationen är uppställningen ett skolboksexempel för tydlighet. Väl synligt för alla elever, enkel utrustning och framför allt stor skala på alla instrument för att skapa en tydlig uppställning för eleverna. Slutligen att förklara experimentet är något han själv åtar sig och låter inte studenterna interagera med demonstrationen i någon större utsträckning. Detta är något vi som lärarstudenter ofta upplever på universitetsnivå då grupperna är större och det skulle bli både högljutt och ostrukturerat om studenterna involverades på det sätt vi som gymnasielärare kommer vilja interagera våra elever.

Det vi kan ta till vara från Walter Lewins föreläsning är både den underhållande formen av demonstration som de flesta lärare drömmer att få göra för sina studenter, att lyckas göra demonstrationen till en föreställning utan att på något sätt riskera tydligheten hos experimentet är en konst som Lewin här visar att han bemästrat.

Önskvärt om en skulle göra en liknande demonstration för en gymnasieklass vore att innan en påbörjar demonstrationen involvera eleverna i ett tänkande kring uppställningen. Studenterna har lärt sig en ekvation för pendeln, genom att då ställa ledande frågor kring vad som skulle kunna förväntas ske i de olika situationerna. Det är viktigt att vi sen efter demonstrationen återkopplar till dessa frågeställningar och förklarar varför detta sker. I en klassrumsmiljö är det också önskvärt att vi kan hålla ett öppet diskussionsklimat där alla elever får ge sin bild av den uppfattade verkligheten.

För att sammanfatta är denna demonstration mer en typ av underhållning snarare än en bra hjälp för att förstå ett fysikaliskt fenomen vilket kan hjälpa att väcka intresse för fysik som ämne men inte lika stark som en förklarande och lärande demonstration.

4.3 Demonstration enligt POE och PDEODE

Vi ska nu genomföra en demonstration utifrån de metoder som POE genom conceptual change ger oss. För att genomföra detta använder vi oss av den demonstration av termodynamik som beskrivs av Costu et al. (2011). Termodynamik så som kondensation och vätskors reaktion till temperaturändring är enligt artikelförfattarna ett abstrakt concept som även lärarstudenter har svårt att korrekt beskriva och är därför ett bra fenomen för att utsätta eleverna för en POE- eller PDEODE-uppgift.

Demonstrationen är utformad genom att en glasflaska med kallt vatten i snabbt sänks ner i en bytta med hett vatten. Det är nu elevens uppgift att först förutse vad som kommer hända med vattennivån i bägaren. Efter det ska studenterna konfronteras kring vad de observerat. De kanske inte har sett allt eller missat en enda viktig detalj vilket gör att de inte på rätt sätt uppfattat fenomenet. Till sist är det upp till studenterna att som grupp ompröva sin förutsägelse med hänsyn till observationen och lägga fram en ny tes som förklaring. På detta sätt har en fått eleverna att genomgå ett conceptual change där de fått sin förförståelse prövad.

Om vi istället skulle använda oss av PDEODE så ändras inget av ovanstående men efter förutsägelsen så ska studentgruppen diskutera och enas kring en förklaring av vad de tror ska

hända. Här blir det mer en kognitiv conceptual change då elevgruppen tillsammans gör förutsägelser utan att observerat demonstrationen. Efter att sedan observera demonstrationen så ska eleverna återigen diskutera sina observationer av det fysikaliska fenomenet innan de i grupp kommer fram till en förklaring till varför utfallet är som det är.

Dessa metoder för utläring är inte svåra men de kan ofta få flytta på sig då lärare använder sig av demonstrationer snarare som underhållning och intresseväckare än som inläringstillfälle.

4.4 Sammanfattning

För att summera de här demonstrationerna vill vi trycka på ett antal gemensamma nämnare hos dem. En första gemensam nämnare finns att dra mellan Lewin (For The Allure of Physics, 2011) och Muller (2014a). Det är den likhet som finns hos deras sätt att presentera fysikaliska fenomen. Både Lewin och Muller arbetar där uppmärksamhet från observatören erhålls primärt genom en intressant och estetiskt underhållande uppställning. Muller å sin sida jobbar starkare med en POE-metod där tittaren får själv förutse vad som kommer hända medan å andra sidan Lewin arbetar mer med ledande frågeställningar och planerar tankefrön hos sin publik som de sedan får utveckla.

5 Diskussion

Utgångspunkten för diskussion ligger dels i de exempel som behandlats i denna litteraturstudie, samt de egna erfarenheter vi har från vår verksamhetsförlagda utbildning, VFU. Vi väljer även att dra paralleller mellan den svenska skolplanen och de metoder som presenterats i vårt arbete.

Våra uppfattningar kring hur lärare på svenska gymnasieskolor förhåller sig till demonstrationer skiljer sig markant från de studier vi läst på de sätt att lärarens metodik skiljer sig ifrån POE samt PDEODE. Det som känns igen i de allra flesta fall är kring hur lärarens syn på elevernas missförstånd kring begrepp är något som på förhand tas i beaktning av läraren vid lektionsplanering. Problematiken uppkommer senare i klassrummet då läraren inte längre aktivt tycks hantera och bemöta dessa missförstånd. Således förloras möjligheten att som lärare effektivt fasa ut elevers missförstånd genom att ha en undervisning, framförallt demonstrationer, där elevers missförstånd och otillräckliga begreppsförståelse hanteras på ett sådant sätt att conceptual change kan genomgå.

Eventuella anledningar till att denna problematik uppstår kan identifieras om vi ser tillbaka på den aktuella lärarutbildningen. Där demonstrationer är något som uppmanas men informationen kring effektiva metoder känns sparsam. Paralleller till äldre lärarutbildningar kan ej dras med konkreta exempel. Men med tanke på hur lärare vi stött på hanterat demonstrationer ter det sig som att informationen de fått är snarlik den vi tagit till oss hittills under utbildningen gällande demonstrationer. Vidare kan problematiken kring hantering av missförstånd även bero på den tidspress många lärare känner. Då lektionstimmarna känns få kan det kännas onödigt att diskutera och ordentligt ta elevers olika uppfattningar kring begrepp i beaktning i klassrummet då nya begrepp ska läras ut eller observeras i ett praktiskt moment. Har en som lärare då kunskap kring forskning som tyder på att argumentation och hantering av elevers olika uppfattningar kring begrepp är något som i slutändan bidrar till en mer effektiv undervisning, kan denna upplevda problematik undvikas.

För att vidare identifiera och diskutera problematik kring demonstrationer gör vi jämförelser mellan Derek Muller, Walter Lewin och lärare vi mött under VFU för att identifiera skillnader men också likheter när det kommer till demonstrationer och hur de kan utföras.

Den svenska lärarens metodik har både likheter och skillnader om en jämför med professor Walter Lewins föreläsningar. Likheterna hittas enkelt i det underhållningsmoment som används för att genom fascination för ett vackert, farligt eller på annat sätt än lärorikt moment fånga eleverna vid demonstrationen. Detta är en metod som vi båda upplevt i olika stor grad både som studenter och på vår VFU. Demonstrationerna ses i klart större utsträckning som ett sätt att liva upp lektionerna och kolla bort från den ibland högtravande litteraturen. Det som skiljer de svenska lärarna vi träffat från Lewin är dock tydligheten i sin uppställning och det klara målet en sätter upp för undervisningen. Lewin's demonstrationer är stora, tydliga och visar oftast endast ett fenomen. Den fallgrop lärare vi träffat på gärna faller i är att demonstrationerna blir spontana, ogenomtänkta och otydliga. De är inte menade att bli så men när motiveringen för att hålla demonstrationen är att eleverna ska få ha lite roligt så är det enkelt att falla i den fällan. Den brinnande entusiasmen och tydligheten är något som svenska lärare helt klart borde eftersträva i större utsträckning

Om vi istället går vidare för att kolla på vad de svenska lärare vi mött skulle kunna lära sig av Derek Muller så har vi en rad exempel på vad som är önskvärt. Först och främst är det sättet att interagera med studenten på det sätt att du vill att hen ska göra en förutsägelse för demonstrationens utfall. Detta för att som metoderna vi undersökt underlätta inläring via demonstrationer snarare än att underminera det inläringstillfälle en demonstration utgör genom att stressa igenom momenten och inte ge eleverna tiden att ompröva sin förståelse. Vidare använder Muller av precis samma tydlighet som Lewin, detta är som tidigare påpekats en del av demonstrationsmomentet som har allt att göra med både val av material och planeringen av genomförandet.

De lärare vi sett som har problem med att använda demonstrationer effektivt är ofta samma lärare som har svårare att anpassa sig till den nya läroplanen LGY11. Svårigheten för de lärarna som vi har observerat verkar vara att bryta mönster och använda sig av de nya metoderna som finns dels i de uppdaterade läroplanerna samt i de metoder och koncept som vi lagt fram ovan. Dessa metoder är inte helt okända hos lärarna utan snarare tvärt om. Dessa lärare vet enligt våra erfarenheter om att metoder liknande POE och PDEODE finns men att det finns diverse bekvämliga samt arbetsplatsberoende anledningar som gör att lärare med många års erfarenhet inte känner att dennes metodik bör förändras i någon större utsträckning. Detta är något vi har förståelse för men om en ska se till studentens bästa har en enligt oss ett ansvar som lärare att ta till sig den nya forskning som skolverket bygger LGY11 på. Lärare över hela Sverige har detta ansvar att arbeta in de nya metoderna i sin profession så som vi i framtiden kommer få förhålla oss till ny forskning som presenteras för oss.

För vi diskussionen vidare till begreppet conceptual change i relation till demonstrationer och metoderna POE samt PDEODE, är det inte något som känns långt ifrån våra sen tidigare existerande tankar kring hur demonstrationer bör utföras. Dock kan det vara nämnvärt att påverkan av att använda metoder som det finns vetenskapliga belegg för är stor. Det vill säga antagligen hade inte vår framtida undervisning inkluderat den typ av demonstrationer som vi i denna studie redogör för om vi inte senare i livet kommit över material som bekräftar våra tankar kring utförande. Med detta sagt tycks det dock finnas en del problematik i det hela en som lärare kan behöva brottas med. Det är när en vill utforma en undervisning med centrala inslag av demonstrationer och där conceptual change är en central tankegång i hur elever utvecklar sin begreppsförståelse. En första käpp i hjulen på de som vill sätta sig in i begreppet conceptual change är att det tycks finnas lite olika uppfattning samt att det kan vara något problematiskt att införskaffa sig en tydlig definition. Här kan det skilja sig åt mellan olika lärare och denna skillnad kan i slutändan komma att grovt påverka hur en enligt exempelvis POE utförd labb bör gå till. För att som lärare använda sig av teorin kring conceptual change krävs det därmed att en hel del kognitiv verksamhet ägnas åt att fundera kring problematik

som kan uppstå. Det kan troligtvis vara svårt att se nyttan i att förändra sin fysikundervisning om en som lärare tycker sig ha ett fungerande koncept där eleverna presterar tämligen bra. Varför ska en då vidare utveckla undervisningen där det kortsiktiga resultatet kanske mest upplevs som ökad arbetsbörda? Enkelt svarat kan vi motivera att läraren bör ändra sin undervisning där demonstrationer används för att genomgå eller påbörja en conceptual change enligt POE eller PDEODE då det finns belägg för att en sådan undervisning i det längre loppet förbättrar elevers förståelse och resultat. Då kan elever med mediokra resultat ändå komma att ha en bättre begreppsförståelse än med lärarens gamla undervisning. Vilket i sin tur leder till att eleven har lättare att utveckla sin förståelse ytterligare om missförstånd kring begrepp förändrats med hjälp av lärarens förändrade undervisningsupplägg.

6 Slutsats

För att koppla metoderna vi undersökt till de frågeställningar vi satte upp i början av arbetet så kan vi dra slutsatsen att om vi följer den läroplan vi har idag med LGY11 och även tar till oss den forskning kring demonstrationer så finns det effektiva metoder för demonstrationscentrerad undervisning i metoderna POE och PDEODE där elevernas frågor och föreställningar ställs i centrum snarare än själva demonstrationen.

Det en ska tänka på när en planerar sin undervisning kring en demonstration är följande: välj ett område du misstänker finns stora missförstånd eller lite kunskap kring. Detta för att få ut så mycket du kan av demonstrationen och vända elevernas missförstånd till förståelse. Det uppnår vi genom att kräva av eleverna att göra en gissning kring vad som kommer ske och sedan be dem observera experimentet och förklara sina observationer med hänsyn till sin gissning. En kan jobba såhär enskilt elev för elev (POE) eller be eleverna att diskutera sina gissningar och följande observation innan förklaring sker (PDEODE).

Dessa centrala metoder finns dokumenterade och undersökta i en rad studier och dess effekter jämfört med traditionella demonstrationer för att liva upp lektionerna har visats vara markant. Dessa metoder hittar också stöd i de läroplaner Skolverket satt upp. Även om de ej finns direkt definierade så täcks Skolverkets mål med fysikämnet av det som en kan tillgodogöra sig genom denna typ av demonstrationer.

Med detta finner vi att vår litteraturstudie gett oss ett resultat i form av metoder med studier som stöd för dessa ger oss en slutsats som vi hoppats på, i form av ett entydigt svar på hur en effektivt kan använda sig av demonstrationer för inläring.

7 Referenslista

- Brown, D. E., & Hammer, D. (2013). Conceptual Change in Physics. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (s. 121-137). New York: Routledge
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction, 4*(1), 27-43. doi:10.1016/0959-4752(94)90017-5
- diSessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change?. *International Journal of Science Education, 20*(10), 1155-1191. doi:10.1080/0950069980201002
- Dykstra, D. I., Boyle, C. F., & Monarch, I. A. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education, 76*(6), 615-652. doi:10.1002/sce.3730760605
- For The Allure of Physics. (2014, 25 december). For the Love of Physics (Walter Lewin's Last Lecture) [Videofil]. Hämtad från <https://youtu.be/4a0FbQdH3dY>
- Guk, I., & Kellogg, D. (2007). The ZPD and whole class teaching: Teacher-led and student-led interactional mediation of tasks. *Language Teaching Research, 11*(3), 281-299. doi:10.1177/1362168807077561
- Mancuso, V. J. (2010). *Using Discrepant Event in Science Demonstrations to Promote Student Engagement in Scientific Investigations: An Action Research Study* (Doctoral thesis, 3421831). Ann Arbor: ProQuest LLC. Tillgänglig: <http://search.proquest.com/docview/756263944?accountid=11162>
- Miller, K., Lasry, N., Chu, K., & Mazur, E. (2013). Role of physics lecture demonstrations in conceotual learning. *Physical review special topics – physics education research, 9*(2), 020113-1-020113-5. doi:10.1103/PhysRevSTPER.9.020113
- Muller, D. A. (2008). *Designing Effective Multimedia for Physics Education* (Doctoral thesis). Sydney: University of Sydney. Tillgänglig: [http://www.physics.usyd.edu.au/super/theses/PhD\(Muller\).pdf](http://www.physics.usyd.edu.au/super/theses/PhD(Muller).pdf)
- Muller, D. A. [Veritasium]. (2014a, 5 augusti). 5 Fun Physics Phenomena [Videofil]. Hämtad från https://youtu.be/1Xp_imnO6WE
- Muller, D. A. [Veritasium]. (2014b, 13 augusti). Explained: 5 Fun Physics Phenomena [Videofil]. Hämtad från <https://youtu.be/jIMihpDmBpY>
- Nussbaum, E. M., & Sinatra, G. M. (2002). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology, 28*(3), 384-395. doi:10.1016/S0361-476X(02)00038-3

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227. doi:10.1002/sce.3730660207
- Roth, W., McRobbie, C. J., Lucas, K. B., & Boutonn, S. (1997). Why may students fail to learn from demonstrations? A social practice perspective on learning in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), 509-533. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199705)34:5<509::AID-TEA6>3.0.CO;2-U
- SFS 2010:800. *Skollag*. Stockholm: Utbildningsdepartementet
- Shabani, K., Khatib, M., & Ebadi, S. (2010). Vygotsky's Zone of Proximal Development: Instructional Implications and Teachers' Professional Development. *English Language Teaching*, 3(4), 237-248.
- Skolverket. (2011a). *Kursplan. Fysik 1a*. Stockholm: Skolverket
- Skolverket. (2011b). *Kursplan. Fysik 2*. Stockholm: Skolverket
- Skolverket. (2011c). *Läroplan, examensmål och gymnasiegemensamma ämnen för gymnasieskola 2011*. Tillgänglig: <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2705>
- Säljö, R. (2012). Den lärande människan – teoretiska traditioner. I U. P. Lundgren, R. Säljö, & C. Liberg (Red.), *Lärande skola bildning* (s. 139-197). Stockholm: Natur & Kultur
- Warford, M. K. (2010). The zone of proximal teacher development. *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 252-258. doi:10.1016/j.tate.2010.08.008

