



Malmö högskola
Lärarytbildningen
Natur Miljö Samhälle

Examensarbete
15 högskolepoäng

Fysikkamp i klassrummet

Physics fighting in the classroom

Johan Holmberg

Lärarexamen 90hp
Fysik, matematik och teknik
Datum för slutseminarium 2009-11-09

Examinator: Per Jönsson

Handledare: Mats Areskoug

Sammanfattning

Arbetets syfte är att undersöka hur väl ett moment från en tävling går att överföra till det vanliga klassrummet. Medlet har varit att låta eleverna arbeta i mindre grupper med en större öppen uppgift tagen från fysiktävlingen International Young Physicists Tournament (IYPT) i projektform. Arbetet och dess form utvärderades genom redovisningar med opposition, självvärdering efter en bedömningsmatris samt en enkätundersökning kompletterat med mina egna observationer och värdering efter samma matris. Slutresultatet blev att det gick utmärkt att överföra frågorna från tävlingsscenen till det vanliga klassrummet och att eleverna starkt tog till sig fördelarna med att arbeta i projektform och med att ge kamratrespons, medan arbetsformens inverkan på deras intresse för och uppfattning om fysik var av mer tveksam art.

Nyckelord: aktionsforskning, experiment, formativ bedömning, fysik, försök, gymnasieskola, laboration, måluppfyllelse, projekt, undervisning

All science is either physics or stamp collecting.
Ernest Rutherford

I think physicists are the Peter Pans of the human race.
They never grow up and they keep their curiosity
Isidor Isaac Rabi

To see a World in a Grain of Sand
And a Heaven in a Wild Flower
Hold Infinity in the palm of your hand
And Eternity in an hour
William Blake

1 Inledning

Jag har själv alltid så länge som jag kan minnas varit intresserad av och vetgirig på naturvetenskap, både i ren form och i dess tillämpningar vilket på vindlande vägar, inkluderande uppehåll som teknolog på LTH, doktorand på LU och forskare på MPIA ledde fram till en lärarutbildning i fysik, matematik och teknik för gs/gy. Jag tog mina första stapplande steg som lärarstuderande på en grundskola, med en mycket inspirerande och mångkunnig handledare som bland mycket annat använde en kinesisk lärobok i fysik för att eleverna med illustrationernas hjälp skulle få möjlighet att dra egna slutsatser. Skolan var mycket rikt utrustad för flitigt experimenterande och jag hade otaliga intressanta diskussioner om fysik och annat, både med elever och lärare, men jag saknade den mer kvantitativa delen av fysiken och möjligheten att använda matematiken till att berika fysiken och vice versa. Mitt nästa stopp på min bana mot lärarprofessionen blev därmed på en stor gymnasieskola med ett dussintal fysiklärare och en stor mängd mätgivare som kunde kopplas till dator för vidare analys och jämförande med teori. Detta var en mycket givande men krävande skola för både mig och mina elever då jag själv för första gången hade det fulla ansvaret att fylla vår tid med innehåll för bästa möjliga fysiska förståelse. Nu känner jag mig redo att på min nuvarande position som lärare i fysik, matematik och teknikutveckling på en nystartad skola, låta mina elever använda all den nya kraftfulla teknik som finns tillgänglig för att med mig som vägvisare och samtalspartner självständigt undersöka, förstå, förklara och kanske liksom jag bli fascinerad av och ständigt vilja veta mer om vår fantastiska fysiska värld.

Frågan blir då hur jag på bästa sätt skall använda mig av all modern utrustning och hur jag bäst använder min kunskap till att väcka lust, intresse och förståelse för fysik? Jag har länge varit intresserad av färdighetstävlingar i även annat än idrott och konst och kom här i kontakt med IYPT ó International Young PhysicistsøTournament vilket är en lagtävling i fysik för gymnasieelever, där tävlingen består i att lösa och förklara fysikaliska problem, ofta med vardagsanknytning. Lösningen skall för att betraktas som tillfyllest behandla både en experimentell och en teoretisk undersökning av problemet samt naturligtvis innehålla en diskussion om teorins tillämpbarhet på experimentet. Viktigt för bedömningen är även hur väl moderna tekniska hjälpmedel har använts i

lösningen samt hur väl lösningen presenteras och frågor från opponenter och domarna besvaras.

Jag vill nu pröva att kombinera dessa mina två intressen, undervisning och tävlingar, och pröva hur väl öppna, djupa, och rika frågor från IYPT fungerar i ett vanligt klassrum.

2 Syfte och frågeställningar

2.1 Syfte

Mitt syfte med detta arbete är att undersöka hur jag kan förändra och fördjupa min undervisning i fysik genom att låta eleverna under en längre tid arbeta med större öppna uppgifter tagna från fysiktävlingen IYPT, vilka kräver både experimentellt och teoretiskt arbete. Under arbetet vill jag att studenterna liksom jag själv skall reflektera över vårt eget lärande, bli metakognitivt medvetna för att ytterligare öka vår möjlighet till sann och fördjupad förståelse av vad fysik är och vad den kan användas till. Jag vill studera de samtal eleverna för under uppgiftens lösande, analysera i vilka steg de väljer att göra sina undersökningar och vilka fysikaliska begrepp och samband de använder samt på vilka sätt gruppen bidrar till lösningen av problemet.

2.2 Frågeställningar

Då jag utgår från IYPT med konceptet öPhysics Fightsö finner det sig naturligt att jag formulerar min fråga kring hur detta kan överföras till det vanliga klassrummet. Hur väl fungerar det att överföra denna typ av öppna frågor ursprungligen tänkta för en tävling till vårt vanliga klassrum?

3 Litteraturgenomgång

3.1 Varför studera fysik?

De specifika argumenten för att studera fysik i synnerhet sammanfaller till stor del med dem för att studera naturvetenskap i allmänhet. Sjøberg (2005) prövar fyra skilda skäl vilka brukar anföras som stöd för en allmän undervisning i naturvetenskap i skolan där de två första är att naturvetenskap är ekonomiskt lönsamt, både för samhället i stort och för individen, samt att det är nyttigt för att bemästra vardagen i vårt moderna samhälle. Han avfärdar huvudsakligen dessa båda argument då han anser att de främst argumenterar för teknisk kompetens. Hans kvarvarande två argument blir då demokratispekten, att kunskap om naturvetenskap är viktig för att kunna ta en initierad del i samhällsdebatten samt att naturvetenskapen är en väsentlig del av människans kultur.

Ett intressant komplement till detta synsätt ges i form av så kallade kunskapsemfaser, vilka beskrivs i Wickman & Persson (2008), och som istället för att förklara varför naturvetenskap skall studeras, beskriver syftet med den valda formen av undervisning. Genom att kombinera de skilda emfaserna kan det säkerställas att undervisningen blir mångsidig, varierande och att eleverna får en så heltäckande bild som möjligt av vad naturvetenskap är och hur den kan användas. Emfaserna kan, förutom den traditionella att detta måste man lära sig för att kunna förstå fortsättningen, sammanställas under tre huvudrubriker, de naturvetenskapliga begreppen, den naturvetenskapliga verksamheten samt naturvetenskapens användning. Författarna använder kartan som en metafor för de tre grupperna som då blir, att skapa kartan som begrepp, att tillverka egna kartor samt att tolka kartor och att relatera dem till det de avser att beskriva även utanför deras ursprungliga kontext.

3.2 Intresse för och attityder till fysik

Den negativa utvecklingen av intresset för naturvetenskap i allmänhet kopplat med den bristande viljan till fortsatta studier i fysik i synnerhet är ett stort problem inom hela den industriellt utvecklade världen. Elever tycker sämre om skolans undervisning i naturvetenskap (Sjøberg 2005) och särskilt i fysik (Angell *et al.* 2004) och uppfattar det som svårt och vill inte fortsätta studera även om de paradoxalt nog finner det både intressant och nyttigt. En ytterligare komplicerande faktor är att detta synsätt är särskilt utbrett bland kvinnliga studenter (Henriksen 2008).

Osborne *et al.* (2003) drar i en metastudie över de tjugo senaste årens forskning angående elevers attityd till naturvetenskap den nedslående slutsatsen att för fysik så visar både elevers attityd till ämnet och deras intresse av att studera fysik en stadigt nedgående trend. Helldén *et al.* (2005) gör en bredare metastudie över forskning om lärande och undervisning i naturvetenskap och konstaterar i inledningen till delavsnittet om attityder att forskningen om detta stadigt har sjunkit sedan 70-talet, och de befarar att anledningen till detta skulle kunna vara att alla studier har lett till samma resultat, men trots detta så har alla föreslagna åtgärder visat sig vara lika verkningslösa. Sjøberg (2002) listar 12 tänkbara anledningar till det bristande intresset för naturvetenskap och teknik i skolan däribland föråldrat innehåll, hög upplevd svårighetsgrad, samhällets negativa attityd till vetenskap och vetenskapsmän samt en brist på kvalificerade lärare.

3.3 Vad säger styrdokument och kursplaner

Gymnasieämnet fysik består av två kurser med fastlagt innehåll, Fysik A 100p och Fysik B 150p samt Fysik ó breddning 50p med valfritt breddande eller fördjupat innehåll. I inledningen av ämnets syftesbeskrivning (Skolverket 2009a) nämns de förväntade orden kunskaper och färdigheter men även glädjen i att kunna förstå och förklara vår värld, något som är nog så viktigt att inte förglömma under de utmanande fysikkurserna. Strävansmålen är sju, varav de fem första är centrala för detta arbete, då de behandlar elevernas förmåga att tolka fenomen i vardagen, utveckla fysikaliska modeller och sin förmåga att tala, skriva och reflektera över dessa samt att föreslå,

planera och genomföra experiment med användande av moderna tekniska hjälpmedel för att bekräfta eller förbättra dessa modeller.

Den fortsatta beskrivningen av fysikens karaktär och uppbyggnad betonar samspelet mellan observationer och teori samt nyttan av moderna hjälpmedel för analys och simulering av fysikaliska förlopp. Avslutningsvis sägs: öI kursen Fysik B ingår en fördjupad behandling av något eller några områden som väljs utifrån lärares och elevers intresse.ö

3.4 Hur studera fysik?

3.4.1 Lektioner

Ekstig (1990) påminner oss om att vår undervisning har sina rötter i prästers predikan vilket har lett till den vanliga föreläsningen, och han befarar att detta lever kvar i allt för många lärares tankar och lätt leder till ett monologiskt, enstämmigt klassrum långt från det utvecklande flerstämmiga klassrummet (Dysthe 1996). När läraren slutat predika så följer ofta, liksom i matematiken, enskilt lösande av uppgifter (för en upplysande jämförelse mellan svensk och japansk undervisning se Helmertz 2005). Oaktat detta så riskerar även i bästa fall denna lärar- och läroboksstyrda undervisning att lämna eleverna oförberedda inför framtiden och verkligheten. Detta orsakas av att de ej utvecklar de högre förmågor vilka betonas i t.ex. i ämnesbeskrivningen för fysik och dessutom behåller sin felaktiga förförståelse utanför de kända frågornas begränsade värld. Dessa slutsatser dras av National Research Council (2005), vilket är en bred amerikansk forskningssyntes av hur effektivt lärande i naturvetenskap går till. Rapporten mynnar ut i tre styrkepunkter för lärare att beakta om de önskar bedriva en god undervisning, där de två första dels består i att identifiera och ifrågasätta elevernas förförståelse dels i att ge dem en bred bas av faktakunskaper och konceptuell förståelse samt metoder att organisera och göra sina kunskaper användbara i sin egen praktik. Den tredje punkten gäller elevernas utvecklande av metakognitiv förmåga, där läraren bör arbeta med att ge eleverna kontroll över sitt eget lärande genom att definiera tydliga lärandemål och medel att följa uppfyllandet av dessa.

3.4.2 Laborationer

Frågan om laborationernas berättigande som ett naturligt och berikande inslag i naturvetenskaplig utbildning behandlas, liksom så många andra mer grundläggande frågor om naturvetenskapens natur och berättigande som allmänt skolämne, av Sjøberg (2005). Han nämner några vanligt framställda berättiganden av laborationer: att härleda lagar och samband, att bekräfta lagar och teorier, att upprepa klassiska försök, att använda teorin, att lära sig använda utrustning samt att ge en kontakt till verkligheten. Sjøberg underkänner de flesta av dessa argument och visar även på resultaten i TIMSS(2009) och PISA(2009) att det finns liten korrelation mellan elevernas resultat och deras laborationserfarenhet. TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) är en internationell jämförande undersökning av kunskaper i matematik och naturvetenskap för elever i årskurs fyra och åtta och PISA (Programme for International Student Assessment) är en liknande undersökning för femtonåringar, En annan variant av TIMSS, med tillnamnet Advanced har endast genomförts 1995, där svenska elever presterade goda resultat, och nu på nytt under 2008 inom ämnena matematik och fysik för elever i sista året av gymnasieskolan. Den kommer att publiceras under slutet av 2009, beklagligt nog efter att min undersökning har genomförts. Men förhoppningsvis kan dess resultat användas i en framtida uppföljning av detta arbete.

En ljusare bild av laborationer ges av Wickman (2002) som beskriver dem som något som kan ge eleverna mycket nyttig kunskap och kännedom om naturvetenskaplig metod. Laborationer kan dock inte enbart användas som blint kunskapssökande i full konstruktivistisk anda, utan att för att fungera måste en medierande lärare finnas tillhanda som samtalspartner och laborationen sätts in i sitt teoretiska sammanhang. En tro på att elever helt på egen hand endast genom observationer skall återupptäcka resultat vilka tagit hela det vetenskapliga samhället tusentals år liksom steget från Aristoteles till Newtons beskrivning av rörelse är arrogans värdig Miltons Satan. Inga vetenskapliga belägg för att detta någonsin skulle ha skett går att finna (Strömdahl 2002).

Intresset för laborationer i fysik och hur de används och uppfattas av lärare och elever har varit föremål för en lång rad av examensarbeten under de senaste åren, med intressanta och delvis skilda resultat och slutsatser (Anderson & Vikberg 2007, Bondeson 2008, Frodin & Törmänen 2007, Renström 2006, Sandgren 2008). Intressantast får nog ändå Olsson (2007) anses vara då han undersöker det annorlunda konceptet självupplevd fysik med frågeställningen om förståelsen förbättras om kraften och rörelsen har upplevts av den egna kroppen? Hans redskap är ett nöjesfält med dess mångfald av skilda typer av rörelser i 1,2 eller 3 dimensioner där eleverna åker utrustade med accelerometrar (eller ännu bättre i kombination med höjdmätare och kamera) och efteråt kan analysera mätresultaten i relation till sin egen upplevelse av färden. Nöjesplatsfysik har även använts av Stockholms stad, som i september 2009 inbjöd samtliga sina naturvetenskapliga elever (1200st) att pröva på denna upplevelse av fysik (Zenit 2009).

Ekstig (1990) särskiljer mellan flera olika typer av laborationer beroende på dess grad av styrning och öppenhet enligt följande schema:

Tabell 1 Ekstigs klassificering av laborationer

<i>Styrningsgrad</i>	<i>Uppgiften</i>	<i>Metoden</i>	<i>Resultatet</i>
0	Öppen	Öppen	Öppet
1	Given	Öppen	Öppet
2	Given	Given	Öppet
3	Given	Given	Givet

Den högsta graden av styrning (grad 3) där alla tre delarna är på förhand givna, motsvarar närmast en laboration där eleverna helt följer en snitslad bana och där huvudsyftet kan vara att lära sig hantera utrustningen på angivet sätt och med förväntat resultat. Här lämnas inget till eleven att själv fundera över och inga val finns att göra. Detta uppfattar jag som en mycket tråkig form av laborerande som jag befarar ger en helt felaktig bild av naturvetenskapens väsen. I grad 2 är fortfarande metoden given, men resultatet öppet, så frågan är nu inte så enkelt besvarad som rätt eller fel. Istället lämnas det till eleven att bestämma på vilket sätt och detaljnivå som frågan bäst kan besvaras och detta leder naturligt till förhöjt intresse och interaktion från elevernas sida. I grad 1 väljer eleverna helt på egen hand vilka metoder samt teoretiska och praktiska undersökningar de vill utföra för att lösa uppgiften. Ekstig(1990) menar att denna nivå

av styrning och öppenhet kan uppfattas som mycket stimulerande av eleverna, och det är den nivå jag har valt för mina uppgifter i projektet.

3.4.3 Andra möjligheter

Vilka är då alternativen till den traditionella undervisningen med dess relativt strikta uppdelning mellan lektioner och laborationer? En fyllig översikt baserad på forskning ges av Darling-Hammond *et al.* (2008). De beskriver metoder menade att uppnå en högre grad av elevdriven undervisning, vilka i slutändan leder till aktivering av högre kognitiva förmågor och fördjupad förståelse. Gemensamt för de något skilda metoderna, baserade på projekt, problem och design, är att de är baserade på öppet formulerade frågor vilka undersöks och skall resultera i en realistisk produkt eller presentation inför en publik. Projekten bedrivs bäst i mindre grupper av elever med omkring tre deltagare med skilda kunskaper och förmågor, då detta visat sig leda till bättre resultat än individuella studier av även framstående elever. Dock varnar de även för riskerna med sådan undervisning då den ställer andra och högre krav på läraren och eleverna och kräver tillgång till information, stöd och adekvata redskap och strategier för utvärdering av arbetet för att bli framgångsrika. Utvärderingen eller bedömningen i normal svensk nomenklatur är central för projektets framgång och elevernas utveckling och bör innehålla flera skilda inslag som bedömningsmatriser, möjlighet att visa upp och diskutera pågående undersökningar med kamrater och lärare, strukturerade diskussioner om problemet och möjliga typer av missförståelse och förande av forskningsjournaler med beskrivning av arbetet och självreflektion.

Knight (2004) fungerar som en kombination av forskningsöversikt och lärarbok i fysik, grundad på forskning, för en studentaktiv inläring, där titelns fem lätta lektioner består i att hålla studenterna aktivt engagerade och ge dem snabb återkoppling, fokusera på fenomen hellre än abstraktioner, att direkt utmana elevernas eventuella felaktiga förförståelse, att använda och lära ut explicita problemlösningskunskaper och metoder samt att använda prov vilka går bortom symbolmanipulerande för att istället engagera eleverna i kvalitativ och konceptuell analys av fysikaliska fenomen.

En annan variant kring samma tema ges av Redish (2003) som förutom forskningsöversikten ger exempel på användande av materialet *The Physics Suite* vilket är en metod med integrerade laborationer, workshops, problemlösning, diskussioner med betoning på förståelse och koncept och attitydundersökningar, vilken bedrivs i mindre elevgrupper med riklig tillgång till modern mätutrustning och datorstöd.

Gemensamt för alla refererade författare är att de vill främja studentens utveckling genom självstyrt eget aktivt arbete i rikare verklighetsanknutna projekt vilka kräver samarbete, problemlösning och kritiskt tänkande, där läraren blir mer en vägvisare och medresenär än ensam innehavare av alla svar. Integrerat med detta sker en kontinuerlig utvärdering av och reflektion över utfört arbete.

Enghag (2006) bidrar med en annan mer specifik studie där hon undersöker effekterna på elevers lärande från erfarenheter av grupparbeten bestående av miniproblem och kontextrika problem och studerar särskilt hur detta påverkar elevernas ägande av lärandet både som individ och grupp betraktat. Läragandet definieras som möjligheten att kunna välja vad som skall undersökas och med hjälp av vilken metod, alltså att till stor del kunna bestämma över sitt eget undersökande arbete. Arbetet visar hur gruppens diskussioner blir en god mätare på dess läragande och hur elevernas eventuella sonderande samtal blir vägen mot att deras individuella läragande tar liv och form. Enghag attraheras av denna undervisningsmetod då den för att fungera effektivt som metod för djupare förståelse både är avhängig av ett starkt engagemang från lärarens sida men samtidigt genom de givande diskussionerna som uppstår leder till att hennes eget vetande vidgas. Hon framför även tankar om hur verksamheten med grupparbeten kan utvärderas och använder där portfölj eller ännu hellre elektronisk portfölj. Denna kan framläggas veckovis för läraren och genom inkrementell återkoppling successivt förbättras och därmed leda till en kraftig förhöjning av elevens förståelse. Av särskilt intresse för mitt arbete är Enghags användande av miniprojekt. Dessa beskrivs som en uppgift eller experimentell frågeställning vanligtvis med vardagsanknytning vilka skulle slutföras och presenteras för resten av klassen inom en tvåveckorsperiod. Mer detaljer om detta arbetssätt ges i Enghag(2004) vilket är det första verket i skriftserien från den svenska forskarskolan i naturvetenskapernas, matematikens och teknikens didaktik

(FontD), en mycket stor nationell kraftsamling för att öka den svenska didaktiska forskningen, med 11 involverade lärosäten och ett sjuttiofemtal forskarstuderanden.

3.5 IYPT

The International Young Physicists' Tournament är en internationell organisation med säte hos European Physical Society (Iypt 2009a) vars syfte är att organisera en årlig tävling mellan lag bestående av gymnasiestudenter med målet att stimulera både studenter och lärare samt att öka intresset för fysik. Organisationen var under många år ledd av professor emeritus Gunnar Tibell från Uppsala, men trots detta har i ett internationellt perspektiv det svenska intresset varit relativt begränsat. Tävligen har sitt ursprung i Sovjetunionen 1988 (Iypt 2009b), och arrangerades 2003 av Fyrisskolan i Uppsala. I många länder är sammansättningen av laget formaliserad med uttagningstävlingar och träningsläger arrangerade av universitet, men i Sverige har vanligtvis endast en gymnasieskola stått för närmast hela laget, senast 2009 Borgarskolan i Malmö.

Själva tävlingsmomentet i IYPT består av en serie öPhysics Fights där lagen utmanar varandra att presentera lösningen till ett tidigare förelagt problem. Om utmaningen antas får det utmanande laget senare möjlighet att opponera på presentationen av lösningen och slutligen får ett tredje lag i uppgift att sammanfatta. Alla delmoment betygssätts slutligen av en jury. Problemen är totalt 17 till antalet och offentliggörs ett år innan tävlingen för att ge riklig tid och möjlighet till så fullständiga undersökningar som möjligt. Formuleringen av problemen består av några få rader med beskrivning av ett vardagsfenomen eller lättåskådlig fysikalisk effekt och avslutas vanligtvis med uppmaningen att studera, undersöka, förklara eller bygga, alltså närmast fullständigt öppna frågor. Jag vill undersöka hur väl denna typ av frågor tänkta för ett tävlingssammanhang fungerar att använda som underlag för ett mindre projektarbete i gymnasieskolans ordinarie fysikundervisning. Man skulle därmed kunna se mitt projekt som en variant på Enghags (2006) miniprojekt, med skillnaden att då mina problem ursprungligen är tänkta för en tävling vanligtvis ger utrymme för fler och djupare sätt att besvaras på.

3.6 Bedömning

Formativ bedömning är en bred beteckning på metoder vilka främst syftar till att förbättra studentens inläring och vilka bedrivs kontinuerligt och samtida med resten av utbildningen. Detta till skillnad mot summativ bedömning vilken främst sker efter undervisningens slut och syftar till att ge ett omdöme i första hand om, och inte för eleven. På internationella gymnasiet i Stockholm bedrevs efter införandet av de nuvarande kursplanerna ett intensivt förändrings och utvecklingsarbete med syfte att tolka dess intentioner och förbättra eleverna inläring. Freccero et al. (2005) beskriver delar av detta arbete med betoning på hur de använde formativ bedömning för att stödja elevernas progression mot högre nivåer av kunskap och att bli den främst ansvariga för sitt eget lärande. Syftet med den formativa bedömningen är att öka elevernas medvetenhet om sin egen inläring och redskap för detta kan vara matriser och kamratbedömning på liknande sätt som tidigare beskrivits av Darling-Hammond et al. (2008). På min skola arbetar vi aktivt med att öka graden av formativ bedömning i alla kurser och jag kommer att inkorporera det även i detta projekt. Jönsson & Svingby (2007) gör en stor metaanalys med 75 ingående studier av arbetet med bedömningsmatriser där de fann att matriser har en signifikant positiv inverkan på inläring och undervisning främst då de gör förväntningar och kriterier tydliga och förenklar återkoppling och självbedömning. De fann även att bedömningen särskilt förbättras av matriser då de är analytiska, ämnesspecifika och kompletteras med bedömda exempel.

4 Metod

Jag har valt att bedriva min forskning i mitt eget klassrum tillsammans med mina egna elever då mitt yttersta mål är att förändra min egen praktik och utveckla vår gemensamma skola. Mitt direkta mål har då blivit att undersöka hur mina elevers förståelse av och inställning till fysik förändras då jag förändrar mitt sätt att undervisa. I detta läge blir aktionsforskning en lämplig metod att använda.

Enligt Nationalencyklopedin (1989) är aktionsforskning en metod vilken syftar till att minska effekterna av ett identifierat missförhållande inom ett socialt system (t.ex. en skola) och samtidigt analysera effekterna av förändringen. Det råder ett nära förhållande mellan den som planerar och bedriver förändringen och den som analyserar densamma, i vissa fall som mitt så långt att rollerna helt sammanfaller. Detta är i samklang med John Deweys tes att forskaren bör se sig själv som aktör och inte åskådare och att det vetenskapliga arbetet inte består i att framleta eviga sanningar utan i att producera användbara redskap för samhällligt förändringsarbete (Dewey 1929). Naturligtvis har denna form av symbios lett till kritik av metoden, då den lätt kan beskyllas för att frånta forskaren hennes strikta objektivitet i analysen av ett arbete hon själv tagit del av.

Internationellt förknippas aktionsforskning ofta med pedagogik, medan i Sverige metoden främst har använts av sociologer. Mattsson (2004) beskriver denna situation och gör en kunskapsöversikt över den svenska aktionsforskningen.

Stensmo (2002) ger i sin allmänna introduktion till vetenskapsteori för presumtiva forskande lärarkandidater och lärare en kort och koncis beskrivning av aktionsforskning. Han identifierar fyra viktiga delar i ett varvs vridning av den oändliga skruv vilken beskriver det aldrig slutförda arbetet att utveckla skolan. Ett: identifiera problemet och fastställ en frågeställning möjlig att besvara, två: sök bakgrundsinformation och planera arbetet för att åtgärda problemet. Tre: genomför därefter planeringen och observera och dokumentera följderna av den på ett systematiserat vis. Detta kan göras med hjälp av loggböcker förda både av läraren och av eleverna, enkäter, intervjuer, inspelning osv. I fjärde steget kommer reflektionen över och utvärderingen av förändringsarbetet då dokumentationen av arbetet relateras till planeringen och såväl resultatet som vägen dit granskas och bedöms i relation till andra

möjliga vägar vilka skulle kunna ha lett till förbättring. Då detta har skett blir det naturligt att återvända till det första steget, om än förhoppningsvis nu på en högre nivå.

Även Johansson & Svedner (2006) behandlar aktionsforskning, dock under den något mer specifika beteckningen undervisningsförsök, vilka de framställer som potentiellt mycket givande arbeten av bestående värde för den som utför dem och då de ofta blir såväl intressanta, lärorika som läsvärda även får en hög grad av relevans för andra utövare av läraryrket. Detta i stark kontrast till arbeten baserade på endast en metod som enkät eller kvalitativ intervju, vars författare ofta blev missnöja med sina arbeten då de ofta fann att de saknade de ovannämnda kvaliteterna. Johansson & Svedner (2006) ger även genuina exempel på både vad de betraktar som framgångsrika likväl som mindre lyckade studier och ger klara råd på vad en aspirerande aktionsforskare bör tänka på vid planeringen av sin studie. Mycket av värdet från undervisningsförsök kan relateras till den höga grad av komplementär information från dem som kan ges då ett flertal undermetoder samtidigt används för att följa undervisningen.

4.1 Etiska frågor

God forskningsetik är en central del av alla undersökningar där levande varelser på något sätt berörs av forskningsarbetet och för det Humanistisk-samhällsvetenskapliga området dit pedagogisk forskning inordnas fanns detaljerade råd att tillgå. Dessa råd togs senare över av nuvarande bidragsinstans vetenskapsrådet som på sin mycket innehållsrika sida CODEX om regler och riktlinjer för forskning har en länk till dem (Vetenskapsrådet 2009). Då min forskning bedrivs integrerad med min normala gärning som lärare är det i detta sammanhang värt att uppmärksamma även de allmänna yrkesetiska reglerna för lärare (Lärarnas yrkesetiska råd 2009).

De forskningsetiska principerna kan sammanfattas i fyra huvudpunkter varav de första är oproblematiska och alltid även borde tillämpas i den vanliga undervisningen, även utan samband med forskning, nämligen rätten att bli informerad och få möjlighet att ställa frågor om forskningens, i detta fall den nya varianten av undervisning, syfte samt att ingen identifierbar information om enskilda elever delges utomstående utan tillstånd

från eleven eller om den är omyndig, dess målsman. Gränsdragningsproblemen uppstår då det gäller den fjärde principen, nämligen rätten att avböja eller när som helst avbryta sitt deltagande i forskningen. Då forskningen här gäller en ny variant av undervisning och forskaren och elevernas ordinarie lärare är samma person måste det här tydligt i förväg preciseras vad som är en obligatorisk del av den ordinarie undervisningen och vad som är en frivillig del i forskningsprojektet. Då elevernas arbete på den öppna uppgiften och den bedömning och observation från min sida som är förknippat med detta är en del av den obligatoriska ordinarie utbildningen, blir endast deltagandet i enkäten att betrakta som en frivillig del som eleven när som helst har möjlighet att avstå ifrån.

4.2 Eleverna

Då jag har valt att utföra min studie som ett undervisningsförsök i min egen klass NV3 under kursen Fysik B blir urvalet av elever naturligtvis begränsat, och då vår skola även är enparallellig finns ingen möjlighet till någon jämförande studie. Enligt Stensmo (2002) är urvalet i aktionsforskning strategiskt, vilket innebär att undersökningen koncentrerar sig på informanter vilka forskaren har tidigare erfarenhet av och vilka man vet är tillgängliga t.ex. sin egen klass som i mitt fall. Mina informanter består av 18 elever med en jämn könsfördelning och stor spridning i kunskapsbakgrund, och jag hade ursprungligen tänkt dela in dem i sex grupper med tre deltagare var, då detta beskrivs som den optimala storleken på en välfungerande och kreativ grupp där alla medlemmar är aktiva (Heller & Hollabaugh 1992). Nu blev det verkliga utfallet det att vissa elever valde att arbeta i grupper om två och andra i grupper om fyra, och jag såg ingen anledning att intervensera i dessa val, då det gav mig en ytterligare möjlighet att själv studera gruppstorlekens inverkan, och som det visade sig finna stöd för den gängse uppfattningen. Med totalt sex grupper och tre problem kan två grupper arbeta med samma problem och därmed få möjlighet att opponera på varandras lösningar vid arbetets avslutning.

4.3 Den öppna uppgiften

I samklang med Ekstigs(1990) klassificering av laborationer, redovisad i avsnitt 3.4.2, kan det vara av värde att närmare studera vad som menas med öppna respektive slutna frågor och vilka konsekvenser användandet av dem har på elevernas utveckling.

Slutna frågor är i regel av låg komplexitet, kan ofta besvaras med ja eller nej, testar ofta faktakunskap och har oftast ett enda möjligt korrekt svar, och kan ofta placeras på den lägsta nivån i Blooms taxonomi: kunskap (Bloom & Krathwohl 1956).

Öppna frågor är av högre komplexitet och stimulerar elevens eget tänkande och inbjuder till diskussion, svaret är sällan entydigt och kan ges på en mångfald av skilda sätt och nivåer och kan inte klassificeras som rätt eller fel. Svaret innehåller ofta delar av de högre nivåerna: förståelse, tillämpning, analys, syntes eller utvärdering.

För att ge mina elever och presumtiva forskare goda förutsättningar till skilda typer av angreppssätt, varierat djup av undersökning men med goda chanser till en rik beskrivning utan krav på allt för omfattande utrustning eller teoretiska undersökningar, har jag valt ut tre gamla frågor från IYPT där några varianter av skilda beskrivningar redan är kända. De områden av kursen i Fysik B vi närmast arbetat med före det fria undersökande arbetet med de utvalda problemen har rört rörelsemängd och ickelinjär rörelse, varför jag har valt problem från just dessa fält därför att den grundläggande teorin och några praktiska metoder att undersöka och illustrera denna redan är kända av eleverna.

1: *Throwing stone (11:2000)* (lätt förändrad och uppöppnad)

A student wants to throw a stone so that it reaches the greatest distance possible. How is this related to the properties of the stone and the way it is thrown?

2: *Tipcat(1:2008)*

Place a small wooden stick over the edge of a desk. Hit the end of the stick overhanging the table so that it flies away. How is the flight distance related to the relevant parameters? What is the condition for a maximum horizontal distance?

3: Astroblaster(8:2008)

When a large ball is dropped, with a smaller one stacked on top of it, onto a hard surface, the smaller ball will often rise much higher than it would if dropped onto the same surface by itself while the larger ball hardly bounces at all. Investigate this phenomenon and design a multiple-ball system, using up to 4 balls, that will reach the greatest elevation of the top ball.

4.4 Tillgängliga verktyg för eleverna

Eleverna förfogar över ett nyuppsatt laboratorium med ett datorbaserat mätvärdesinsamlingsystem med detektorer för spänning, ström, position, hastighet, acceleration, kraft, ljusstyrka, ljudstyrka, magnetfält, temperatur och tryck samt en enkel spektrograf. Mätdata från dessa kan i analysprogrammet kombineras med filmupptagningar av experimentet och synkroniseras. Den fantastiska teknikutvecklingen har dessutom gjort det mycket enklare att följa snabba fysikaliska förlopp med en billig kamera med möjlighet till bildhastighet av 1200 bilder per sekund, (Casios EXILIM Pro EX-F1, se t.ex. Youtube(2009)). Dock är en vanlig mobilkamera som tar 30 bilder per sekund ofta fullt tillräcklig för att beskriva fenomenet. Eleverna hade begränsad erfarenhet från arbetet med mätsystemet, men då det är mycket lättanvänt lade detta inga hinder för deras experimenterande

I den ursprungliga årliga uppsättningen av 17 problem från IYPT måste alltid den observationella studien kompletteras med en undersökning av tillämplig teori eller modellberäkning. Detta kan sträcka sig från den relativt enkla teoretiska modellen vilken lätt kan jämföras med observationer och ge en fullgod beskrivning till komplext numeriskt modellbyggande med användning av fysikens verkliga arbetshästar, partiella differentialekvationer. Dessa uppstår naturligt som en beskrivning av många grundläggande fysikaliska problem som vågutbredning, diffusion samt skilda typer av fält, t.ex. elektromagnetiska och löses lämpligen med något av de många fria program vilka använder sig av den finita element metoden, vilka dessutom oftast har många

inbyggda upplysande exempel. Den enligt honom själv siste svenske professorn i fysik utan närmare bestämning, Gunnar Bäckström har med emfas propagerat för en radikalt omlagd utbildning i fysik, och för att stödja denna utveckling författat flera verk som mycket ingående och med många exempel beskriver användandet av kraftfulla men samtidigt lättanvända datorprogram. För generell matematisk behandling av t.ex. fysikaliska problem finns MATLAB, t.ex. beskrivet i Bäckström (2005a) och för lösandet av partiella differentialekvationer finns PDEFLEX beskrivet i Bäckström (2005b). Båda dess kommersiella program finns i studentversioner med närmast full funktionalitet till en ringa eller ingen kostnad, eller så finns som alternativ till MATLAB, GNU Octave (Jönsson 2005). Som alternativ till dessa främst numeriska program finns algebraiska program som Mathematica eller Maple med det fria alternativet Maxima (Jönsson 2008). Då jag så småningom vill att mina elever skall ta del av den riktiga tävlingen IYPT, vill jag vid lämpliga tillfällen visa exempel på problem av varierande grad av komplexitet och i samband med detta visa de hjälpmedel vi förfogar över i vårt laboratorium. Detta kan lämpligen göras som ett ämnesintegrerat moment mellan Fysik B och Matematik D/E eller i framtiden som naturliga delar av Fysik breddning och Matematik breddning. Som förberedelse för nya årskurser har jag tidigt börja vänja dem vid att använda kraftfulla verktyg, t.ex. Maxima i Matematik A och Octave i Datorkunskap.

Uppslag går ofta att finna i allmänna tidskrifter för fysik som American Journal of Physics eller i dem specifikt inriktade mot fysikdidaktik som The Physics Teacher och Physics Education eller i den stora flora av goda fysikböcker, där särskilt The Flying Circus of Physics (Walker 2007) kan nämnas, då den har en tillhörande mycket aktiv hemsida med över 10000 referenser till primärlitteratur och tips på andra kompletterande böcker. Naturligtvis bjuder resten av internet på rikliga mängder av ytterligare information för den som förstår att nyttja de rätta sökvägarna.

Som exempel på artiklar med ingångar till mina utvalda problem kan nämnas Cross(2004) och Huebner & Smith (1992). Även mer detaljerade ledningar till och i vissa fall även autentiska fullständiga lösningar av gamla IYPT-problem finns att tillgå (Hrvatskog 2009, Martchenko 2009).

En av de ursprungliga tankarna med IYPT var även att studenterna själva skall ta kontakt med personer från industri eller akademi vilka kan tänkas bidra till problemets lösning. Alla medel är tillåtna så länge källor anges och presentatören kan övertyga juryn om att hon fullständigt förstår det hon presenterar. I senare strider kan naturligtvis även den egna ursprungliga lösningen kompletteras eller ersättas med information från andras lösningar. Denna frihet gav jag även mina elever.

4.5 Projektstruktur och bedömning

Undervisningsförsöket sträcker sig över två veckor, där varje vecka innehåller tre lektionstillfällen alla drygt en timma långa. På denna tid skall eleverna undersöka det förelagda problemet såväl experimentellt som teoretiskt, göra en sammanställning av sina undersökningar och slutsatser, presentera dessa samt opponera på en annan grups redovisning.

Då jag är intresserad av att undersöka så fullständigt som möjligt på vilket sätt denna undervisningsform påverkar eleverna i deras åsikter om, avsikter i samt förståelse av fysik avser jag att använda ett brett spektrum av metoder för att följa detta.

4.5.1 Enkät

För att få möjlighet att analysera hur elevernas uppfattning om fysik eventuellt förändras genom arbetet med den öppna uppgiften vill jag genomföra en enkät med frågor efter undervisningsförsökets genomförande. För att få en så fyllig bild som möjligt av elevernas fulla spektrum av åsikter och uppfattningar om fysik vill jag använda frågor vilka täcker in såväl deras åsikter, uppfattningar som tidigare betyg i fysik. Enkäten inkluderar naturligtvis även frågeställningarna hur eleverna upplevde den specifika metoden för fysikinlärning jämfört med de andra metoder jag och tidigare lärare använt samt hur de värderar såväl sin egen som min och tidigare lärares allmänna metoder för och val av sätt att bedriva undervisning.

En fördel med min form av aktionsforskning är att då huvudsyftet är att förbättra undervisningen genom att förändra min egen praktik, behöver forskaren aldrig tveka vid konstruktionen av enkätfrågor av rädsla för att stöta sig med den ordinarie läraren. Enkätfrågorna finns bifogade som bilaga 1. Jag har vid konstruktionen av enkäten tagit intryck av de ovan nämnda examensarbetena och Llewellyn (2005), samt använt den senare även i konstruktionen av bedömningsmatrisen tillsammans med föreskrifterna för juryns bedömning av den i USA inrättade varianten av IYPT, USAIYPT (2009). Bedömningsmatrisen bifogas som bilaga 2.

4.5.2 Observationer

Under elevernas arbete med den öppna uppgiften, då de inte tar min normala och övergripande funktion som lärare i anspråk, avser jag att observera deras arbete. Då jag ej kommer att kunna göra kontinuerliga i förväg strukturerade, oavbrutna observationer vill jag koncentrera mig på ökritiska händelserö vilka beskrivs i Johansson & Svedner (2006) som de situationer då något avgörande för elevernas arbete med uppgiften sker. Detta faller sig naturligt även för den oreflekterande läraren vilken följer och studerar sin elevgrupp som en naturlig del i undervisningen. Jag avser att föra korta stödnoteringar under lektionerna, för att då de har avslutats göra mer ingående noteringar i min forskningsjournal.

4.5.3 Bedömning

Jag vill att eleverna skall öka sin medvetenhet om sin egen inläring likväl som jag vill ha möjlighet att i efterhand följa deras arbete med och uppfattning om arbetet med den öppna uppgiften. Detta kan ske genom att de för en laborationsjournal, där de beskriver hur de arbetar med uppgiften och sina tankar och reflektioner om och inför uppgiften samt även då uppgiften är slutförd summerar sitt eget arbete och gör en självbedömning av sitt eget och gruppens arbete utgående från en bedömningsmatris. Jag vill även lägga in mellanstationer i projektet där grupperna får möjlighet att diskutera projektets framåtskridande med varandra och med mig samt få återkoppling från både sina likar

och från mig. Ett moment med möjlighet till såväl formativ som summativ bedömning är även naturligtvis presentationen av gruppens resultat med tillhörande opposition.

Jag ville ursprungligen även använda mig av uppgifter hämtade från den nationella provbanken i fysik (Skolverket 2009) för att kunna mäta elevernas prestation på ett normerat prov med uppgifter på de områden som projektet behandlar (rörelsemängd och ickelinjär rörelse) efter projektets genomförande. Det skulle även ha varit intressant att studera hur deras prestation eventuellt varierat över skilda typer av problem, t.ex. beroende på graden av kontext och verklighetsanknytning. Beroende på händelser relaterade nedan kom detta verktyg ej till användning.

5 Resultat

5.1 Projekten

Som beskrivet ovan var klassen indelad i sex grupper med två-fyra deltagare, där två grupper behandlade samma fråga och opponerade på varandras redovisning. Grupperna var fördelade enligt följande:

Stenkastning

1a Tre män med stor spridning i kunskapsnivå.

1b Fyra män med spridning i kunskapsnivå.

Flygande pinne

2a Tre kvinnor med stor spridning i kunskapsnivå.

2b En kvinna och en man med jämn kunskapsnivå.

Studs förstärkare

3a Fyra kvinnor med stor spridning i kunskapsnivå.

3b En kvinna och en man med jämn kunskapsnivå.

5.2 Observationer

Grupperna hade en mycket varierad inställning till projekten med stor skillnad i entusiasm, initiativförmåga och arbetsinsats. Trots detta så lyckades alla genomföra sina projekt med tillfredställande resultat angående redovisning och opposition, även om endast tre grupper (1b, 2a och 3a) genomförde en självvärdering och två (2a och 3a) redovisade sina projektjournaler. Självvärderingen måste i två fall (1b och 3a) betecknas som misslyckad, då grupperna i samtliga fall placerade, tillsynes helt utan djupare reflektion, sin insats på högsta möjliga nivå även då det borde varit uppenbart för dem att detta inte var fallet. Endast grupp 2a gjorde en genomtänkt värdering av sin egen insats, med skilda grader av uppfyllande av målen beroende på självbedömd insats. Denna grupp var den som av mig bedömdes som den bästa, och det verkar som om deras i arbetet och redovisningen visade förmågor verkligen följdes åt av insikt om sitt eget lärande. Min bedömning överensstämde i stort med deras egen, där skillnaden snarare var att jag bedömde deras insats högre i synnerhet för deras kamratrespons. Denna grupp blev även den enda där jag närmare kunde följa deras arbete med uppgiften vilket de bedrev på ett mycket aktivt och drivet sätt med försök följda av reflektion och nya förbättrade försök för att tydligare isolera de viktiga variablerna vilka de slutligen jämförde med en enkel teori.

Mina observationer av grupperna vilka arbetade med stenkastningen (1a och 1b) blev mycket begränsade då dessa båda var mycket ivriga att testa sina förmågor i praktiken och därmed genast utförde experiment i naturen. Båda grupperna filmade sina kast och digitaliserade dessa för att kunna jämföra med en kastparabel. Grupp 1a gjorde flera skilda försök med olika stenar för att få en bättre möjlighet att djupare analysera frågan.

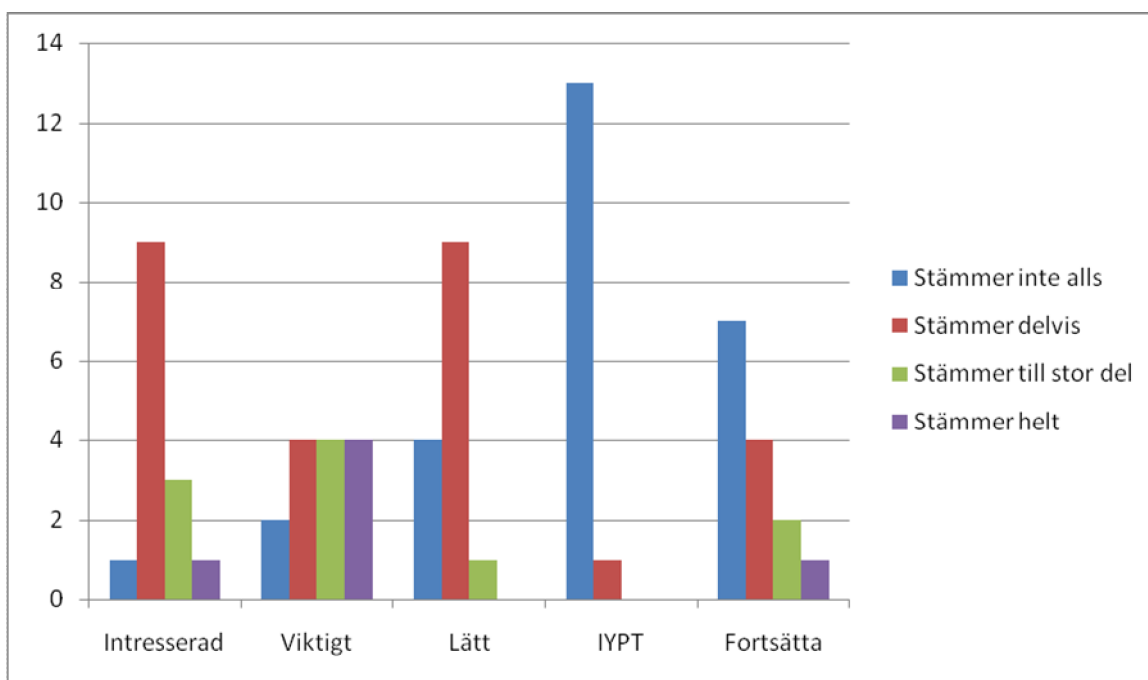
En annan grupp (3a) ville arbeta ostört på egen hand, och de båda tvågrupperna blev på grund av andra åtaganden i praktiken engrupper där föga arbete utfördes under skoltid. Delvis kan nog detta beteende förklaras av en olycklig inställning till projektet, där grupperna såg det som en tävling där interaktion med mig eller de andra grupperna skulle ha inverkat menligt på deras betyg.

5.3 Enkäten

Enkäten bestod av totalt 28 frågor indelade i tre huvudområden; bakgrund, elevernas föredragna inlärningsmetoder samt deras uppfattningar om projektet. Av klassens 18 elever lämnade 14 in enkäten, dvs. ett bortfall på 22 % uppstod. Dock påverkade detta åtminstone inte könsfördelningen då de fyra ej inlämnade enkäterna var lika jämt könsfördelade som resten av klassen. Enkäten bifogas som Bilaga 1 och den bestod huvudsakligen av frågor med fyra möjliga grader av instämmande till påståenden från mig. Svaren till dessa frågor har jag sammanfattat som en procentuellt mått på instämmande med den möjliga fördelningen från 0% till 100% representerande grad av instämmande med mitt påstående.

5.3.1 Bakgrund

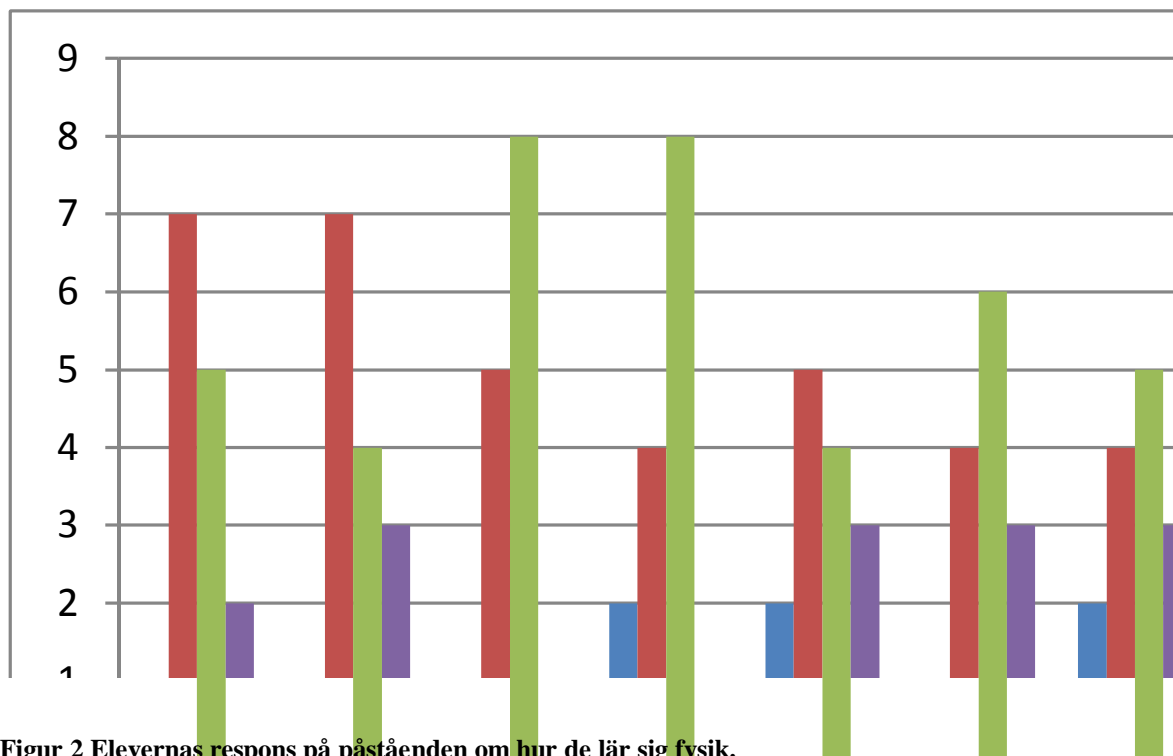
Bakgrundsfrågorna var åtta till antalet och behandlade, kön, tidigare betyg, förväntat betyg samt attitydfrågor. Klassens tidigare betyg(meritvärde) på Fysik A varierade mellan IG(0) och MVG(20) med ett medelmeritvärde på 12,6 dvs. närmast mitt emellan G(10) och VG(15). Deras förväntade betyg på den pågående kursen i Fysik B var väsentligt högre med medelmeritvärdet 16,1, dvs. något högre än VG. Intresset för fysik var inte det högsta med en instämmandegrad på 40%, medan fler ansåg att fysik är ett viktigt ämne (57%). De flesta höll heller inte med om att fysik är ett lätt ämne (26%) och lika skvalt var intresset för att fortsätta studera fysik (19%) och endast en elev visade ett begränsat intresse för att delta i den riktiga IYPT (total instämmandegrad 2%!).



Figur 1 Elevernas respons på påståenden om deras inställning till Fysik.

5.3.2 Inlärningsmetoder

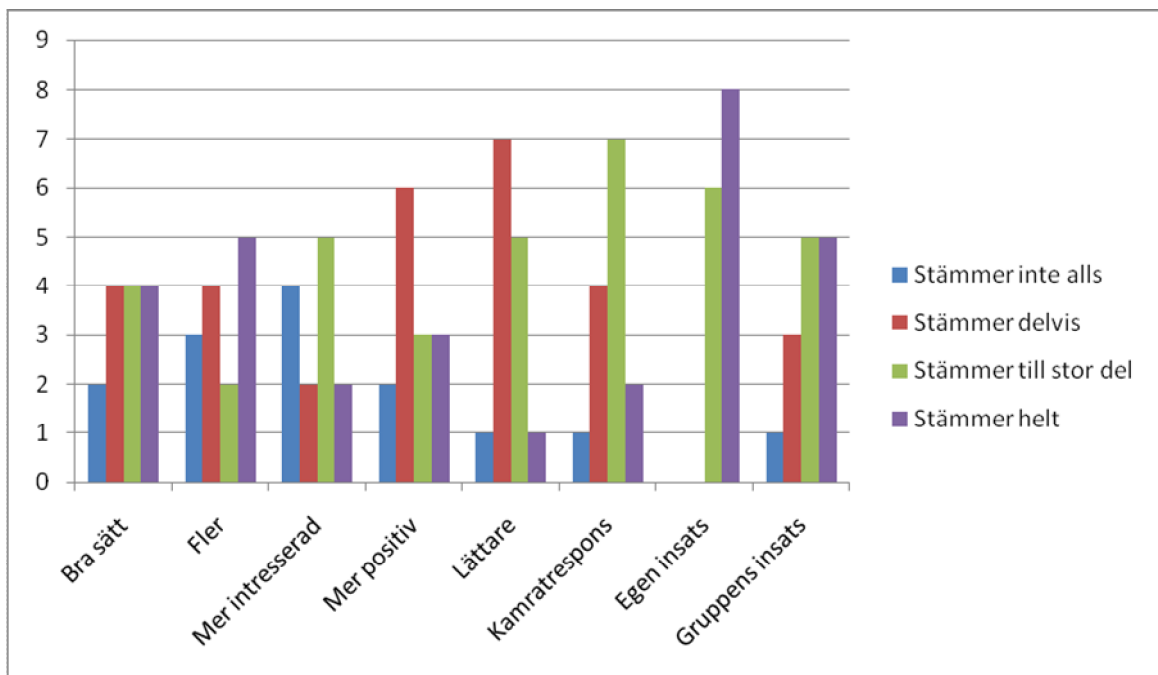
I detta avsnitt fanns åtta instämmandefrågor och en med möjlighet att komplettera med något jag missat att fråga om. Mina frågor rörde hur eleverna ställde sig till mina påståenden om att de lärde sig fysik bra genom: lärargenomgång av teori (55%), lärarräkning av problem (57%), lärardemonstrationer (50%), diskussioner (55%), egen läsning av läroboken (52%), egen räkning (60%), laborationer (55%) samt projekt (55%). Ingen elev hade kompletterat med något eget förslag.



Figur 2 Elevernas respons på påståenden om hur de lär sig fysik.

5.3.3 Uppfattning om projektet

Denna sista avdelning av enkäten hade åtta instämmandefrågor och två avslutande frågor med möjlighet till egna kompletterande åsikter. Påståendena var: Projektarbete är ett bra sätt att lära sig fysik (57%), jag vill arbeta med fler projekt i Fysik B (55%), projektet har gjort mig mer intresserad av fysik (50%), projektet har gjort mer positivt inställd till fysik (50%), projektet har gjort det lättare att förstå fysik (48%), kamratrespons är bra (57%), jag är nöjd med min egen insats i projektet (81%) samt jag är nöjd med gruppens insats i projektet (67%). På frågan vad gruppen kunde ha gjort bättre i projektet fick jag svaren: Förberett mer, använt tiden bättre, arbetet mer metodiskt, gjort en bättre jämförelse mellan försök och teori samt flummat mindre. Slutligen på frågan hur vi tillsammans kan göra projekten bättre om vi skulle göra fler förekom svaren: Strukturera dem bättre samt att tekniken skulle fungera bättre.



Figur 3 Elevernas respons på påståenden om projektet

6 Diskussion

Resultaten från enkäten tillsammans med mina observationer av elevernas arbete i grupp med projektet tillsammans med deras presentationer och oppositioner visade tydligt att det gick alldeles utmärkt att överföra frågorna från IYPT till vårt klassrum. Även om det var ett för dem helt nytt sätt att lära sig fysik så placerades arbetet med projektet i genomsnittet av deras föredragna lärstilar. Alla var nöjda eller mycket nöjda med sin egen arbetsinsats, även om en mindre del (4st) var mindre nöjda med gruppens insats som helhet. Eleverna var även i hög grad positiva till erfarenheten av att ge och ta emot kamratrespons som en del av arbetets utförande och bedömning. Dock är det mer tveksamt om arbetet med projektet påverkade deras intresse av eller inställning till fysik.

Att gruppstorlekar om tre är att föredra bekräftades även av vårt arbete då dessa båda grupper fungerade bäst av flera skäl. Alla var delaktiga i alla delar av undersökningen och presentationen och arbetet kunde fortskrida även om någon medlem ej kunde delta vid något tillfälle. Grupperna med endast två medlemmar hämmades starkt i sitt arbete då en medlem var frånvarande, och i grupperna med fyra medlemmar blev arbetsinsatsen ojämnt fördelad.

Kommentarerna om att tekniken måste förbättras inför framtida projekt kan främst förklaras av två förbiseenden från min sida. Dels hade jag vid ett tidigare tillfälle förevisat en färdig studs förstärkare som jag lät en grupp inledningsvis använda, då denna nästan genast gick sönder hämmades deras vidare initiativkraft av detta, dels hade jag varmt förespråkat och närmast utlovat en höghastighetskamera, då denna uteblev avstod vissa grupper från att ens försöka använda en vanlig kamera under den felaktiga föreställningen att detta ej skulle fungera. För de två grupper vilka dock prövade en vanlig kamera och inkorporerade filmen i analysprogrammet blev resultatet alldeles utmärkt och jämförelsen med teorin mycket klar och tydlig.

Som rikhaltigt visats av i teoridelen refererade arbeten är en korrekt identifikation av elevernas förförståelse av de fenomen inom i vårt fall fysiken som skall studeras av central betydelse för undervisningens potentiella förmåga till framgång. Detta beredde i

mitt fall åtminstone inga identifierbara problem då min kombinerade rika vetenskapliga erfarenhet kombinerad med min hittills erövrade didaktiska kompetens föreföll vara tillfyllest. Dock visade det sig att även andra områden av elevernas bakgrund och tidigare inskolning är nog så viktiga att korrekt identifiera och hantera. Paradigmklyftan mellan mig och mina elever visade sig istället ligga i vår grundläggande syn på naturen av god undervisning och bedömning. Då vår skola, på samma sätt som min pedagogiska skolning förespråkade, mycket medvetet strävar efter att använda formativ bedömning och ett elevcentrerat lärande och då detta dessutom är min personligt föredragna filosofi så hade jag inga som helst förningar att detta skulle förefalla främmande eller ännu mindre skrämmande för mina elever. Jag var dessutom mycket öppen då jag introducerade projektet för mina elever med att jag är en lärare i vardande som aktivt söker att förbättra min undervisning med målet att ge dem den bästa möjliga upplevelse och förståelse samt förbereda dem för vidare högre, än mer krävande, studier. I efterhand har jag förstått att dessa mina elever varit hårt skolade i en klassisk lärobokscentrerad, normativ-summativ tradition, vilken de gjort till sin, och följaktligen blev osäkra och förvirrade av min introduktion och kontaktade sin mentor och hävdade att jag utförde experiment på dem, pratade om saker som ej stod i boken eller skulle komma på provet och inte visste vad jag sysslade med och därför ville att de skulle ta egna initiativ och aktivt söka kunskap på egen hand. Denna centrala skiljefråga håller vi fortfarande på att bearbeta, och en samsyn är under framväxt, men för detta arbete fick den följden att jag kände mig tvingad att något förändra formerna för projektet och minska mina förväntningar av ett elevcentrerat lärande och formativ bedömning till förmån för mer av eleverna bekanta och trygga former av undervisning. Bland annat fick den av mig planerade skriftliga formativa kunskapsjämförelsen med projektet utgå till förmån för ett senare inlagt mer klassiskt rent summativt prov.

Avslutningsvis måste jag ändå säga att som helhet ser jag detta undervisningsförsök som en stor framgång vilken både jag och mina elever har lärt oss mycket av och att vi efter en tids återhämtning, utvärdering och reflektion snart känner oss redo att påbörja nästa varvs vridning av den oändliga skruven. För att ytterligare höja värdet av vårt gemensamma arbete i klassen med att förbättra undervisningen för att understödja lärandet skulle jag i framtiden vilja sprida arbetet utanför vårt klassrum och även samarbeta med kollegor och andra presumtiva intressenter med samma mål. Ett medel för detta skulle kunna vara ett annat av vår skolas fokusområden nämligen lärstudier

eller som det märkligt nog ännu förefaller heta på officiell skolsvenska ölearning studiesö. Detta framställs som en utveckling av det japanska arbetet med ölesson studiesö där lärare samarbetar med att utveckla lektioner tillsammans, t.ex. beskrivet av Helmertz(2005) , till att röra forskning om med målet att leda till utveckling av hela undervisningen (Gustavsson 2008).

7 Referenser

Andersson, Jonas & Vikberg, David (2007). *Fysiklaborationen: lärarens mål kontra elevens lärande*. C-uppsats. Utbildningsvetenskap, Luleå tekniska universitet

Angell, Carl, Guttersrud, Øysten, Henriksen, Ellen K. & Isnes, Anders (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88, 683-706.

Bloom, Benjamin S. & David R. Krathwohl. (1956). Taxonomy of educational objectives: *The classification of educational goals, by a committee of college and university examiners. Handbook 1: Cognitive domain*. New York , Longmans.

Bondeson, Kristina (2008). *Gymnasieelevers upplevelser av fysiklaborationer : -Hinder och möjligheter av ett arbete under utveckling*. Kandidatuppsats. Matematiska och systemtekniska institutionen, Växjö Universitet.

Bäckström, Gunnar (2005a). *Simple Matlab*. Malmö: GB Publishing

Bäckström, Gunnar (2005b). *Simple Fields by Finate Element Analysis*. Malmö: GB Publishing

Cross, Rod (2004). Physics of overarm throwing. *American Journal of Physics* 72, 3, 305-312

Darling-Hammond, Linda et al. (2008). *Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding*. San Francisco: Jossey-Bass

Dewey, John (1929). *The quest for certainty: a study of the relation of knowledge and action*. New York: Milton, Balch

Dysthe, Olga (1996). *Det flerstämmiga klassrummet ó att skriva och samtala för att lära*. Lund: Studentlitteratur.

Ekstig, Börje (1990). *Undervisa i fysik ó Didaktik och metodik*. Lund: Studentlitteratur.

Enghag, Margareta (2004). *Miniprojects and context rich problems : case studies with qualitative analysis and motivation, learner ownership and competence in small group work in physics.*(Norrköping: Studies in science and technology education (Print), 1. Swedish National Graduate School in Science and Technology Department of Thematic Studies Linköping University) Mälardalen University, Department of Mathematics and Physics, Eskilstuna ó Västerås.

Enghag, Margareta (2006). *Two dimensions of Student Ownership of Learning during Small-Group Work with Miniprojects and Context Rich Problems in Physics.* Mälardalens högskola, Institutionen för matematik och fysik, Eskilstuna ó Västerås.

Freccero, Ulrika, Hortlund, Torbjörn & Pousette, Anna (2005). *Bedömning av kvalitativ kunskap*. Solna: Fortbildningsförlaget

Frolin, Martin & Törmänen, Jari (2008). *Elevers attityder till och intresse för skolans fysiklaborationer*. Examensarbete. Lärarutbildningen, Malmö Högskola.

Gustafsson, Laila. (2008). *Att bli bättre lärare: hur undervisningsinnehållets behandling blir till samtalsämne lärare emellan*. Sektionen för lärarutbildning. Doktorsavhandling 12 inom den nationella forskarskolan i pedagogiskt arbete. Högskolan i Kristianstad.

Helldén, Gustav, Lindahl, Britt & Redfors, Andreas (2005). *Lärande och undervisning i naturvetenskap ó en forskningsöversikt*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Heller, Patricia & Hollabaugh, Mark (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part2: Designing problems and structuring groups. *American Journal of Physics*, 60, 7, s 637-644

Helmertz, Tomoko (2007). *Problemlösning ó En jämförelse mellan svensk och japansk undervisning*. Examensarbete. Lärarutbildningen, Malmö Högskola.

Henriksen, Ellen Karoline, Borg, Anne & Schreiner, Camilla (2008). Girls and education ó physics not an option? I Beverly Hartline (red.), *Women in Physics*. AIP Conference proceedings Volume 1119. Melville, American Institute of Physics

Hrvatskog (2009). *Kroatiens bidrag till IYPT2008*. Hämtades 2009-09-23 från eskola.hfd.hr/icm/downloads/IYPT2008

Huebner, Jay & Smith, Terry (1992). Multi-ball Collisions. *The Physics Teacher* 30, 1, 46-47

IYPT (2009a). *Statues of The International Young Physicists Tournament*. Hämtades 2009-09-06 från iypt.org

IYPT (2009b). *International Young Physicists Tournament*. Hämtades 2009-09-06 från en.wikipedia.org/wiki/Iypt

Johansson, Bo & Svedner, Per Olof (2006). *Examensarbetet i lärarutbildningen*. Uppsala: Kunskapsförlaget

Jönsson, Anders & Svingby, Gunilla (2007). The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational research review*, 2, 130-144.

Jönsson, Per (2005). *Modeller och beräkningar med GNU Octave*. Lund: Studentlitteratur

Jönsson, Per (2008). *Matematik med datoralgebrasystem*. Lund: Studentlitteratur

Knight, Randall (2004). *Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching*. San Francisco: Addison Wesley.

Llewellyn, Douglas (2005). *Teaching High School Science Through Inquiry*. Thousand Oaks: Corwin Press.

Martchenko (2009). *Ledningar till IYPT 2008*. Hämtades 2009-09-23 från ilyam.org/2008_POISK_IYPT_Advice_kit_IM.pdf

Mattsson, Matts (2004). *Att forska i praktiken*. Uppsala: Kunskapsföretaget

Nationalencyklopedin (1989). Höganäs: Bokförlaget Bra Böcker AB

National Research Council (U.S.) (2005). *How students learn: science in the classroom*. Washington, D.C.: National Academies.

Osborne, Jonathan, Simon, Shirley & Collins, Sue (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 9, 1049-1079.

Olsson, Mats (2007). *Självupplevd fysik - en alternativ undervisningsmetod för gymnasiet?* Magisteruppsats. Matematiska och systemtekniska institutionen, Växjö universitet

PISA (2009). *Programme for International Student Assessment*: Hämtades 2009-09-11 från www.pisa.oecd.org

Redish, Edward (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. Hoboken: John Wiley & Sons

Sandgren, Martin (2008). *Hur ska laborationer utformas? : En studie av elevers uppfattningar om fysiklaborationer i gymnasieskolan*. Kandidatuppsats. Matematiska och systemtekniska institutionen, Växjö universitet

Sjøberg, Svein (2002). Science and Technology Education Current Challenges and Possible Solutions. I Jenkins, Edgar (red.), *Innovations in Science and Technology Education Vol VIII*. Paris: UNESCO.

Sjøberg, Svein (2005). *Naturvetenskap som allmänbildning ó en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.

Skolverket (2009a). *Kursplaner och betygskriterier*. Hämtades 2009-09-06 från www3.skolverket.se

Skolverket (2009b). *Nationella Provbanken i fysik*. Hämtades 2009-09-16 från pb-fy.edmeas.napb.se

Stensmo, Christer (2002). *Vetenskapsteori och metod för lärare*. Uppsala: Kunskapsföretaget

Strömdahl, Helge (2002). Avgränsa, idealisera, modellera. I Strömdahl (red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan ó några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.

TIMSS (2009). *Trends in International Mathematics and Science Study*. Hämtades 2009-09-11 från timss.bc.edu

USAYPT (2009). *Juror Form for USAYPT*. Hämtad 2009-09-23 från www.usaypt.org

Vetenskapsrådet (2009b). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Hämtades 2009-09-12 från www.codex.vr.se/texts/HSFR.pdf

Walker, Jearl (2007). *The flying circus of physics*. Hoboken: Wiley.

Wickman, Per-Olof (2002). Vad kan man lära sig av laborationer? I Helge Strömdahl (red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan ó några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.

Wickman, Per-Olof & Persson, Hans (2008). *Naturvetenskap och naturorienterade ämnen i grundskolan ó en ämnesdidaktisk vägledning*. Stockholm: Liber.

Youtube(2009) *Fallande vattendroppe*. (Sökorden ö1200 waterdropö ledde till:)
<http://www.youtube.com/watch?v=7sExcn92J9Y>

Zenit (2009) *Fysik på Gröna Lund*. Hämtad 2009-09-11 från www.zenitlaromedel.se

Bilaga 1

Enkät till eleverna efter projektets genomförande

Ringa in det alternativ du tycker stämmer bäst eller svara med egna ord, om utrymmet inte räcker fortsätt gärna på baksidan.

Bakgrundsfrågor

Vilket är ditt kön?

Man Kvinna

Vilket är ditt betyg i Fysik A?

IB IG G VG MVG

Vilket betyg strävar du efter i Fysik B?

IB IG G VG MVG

Jag är mycket intresserad av fysik?

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag tycker att fysik är ett viktigt ämne

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag tycker fysik är ett lätt ämne

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag skulle vilja försöka komma med i det svenska laget till IYPT 2010 i Wien.

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag skulle kunna tänka mig att fortsätta studera och arbeta med fysik

Stämmer inte alls helt	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
---------------------------	----------------	-----------------------	---------

Fysik lär jag mig bra genom:

Lärargenomgång av teori

Stämmer inte alls helt	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
---------------------------	----------------	-----------------------	---------

Lärräkning av problem

Stämmer inte alls helt	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
---------------------------	----------------	-----------------------	---------

Lärardemonstrationer

Stämmer inte alls helt	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
---------------------------	----------------	-----------------------	---------

Diskussioner

Stämmer inte alls helt	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
---------------------------	----------------	-----------------------	---------

Egen läsning av läroboken

Stämmer inte alls helt	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
---------------------------	----------------	-----------------------	---------

Egen räkning

Stämmer inte alls heltø	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
----------------------------	----------------	-----------------------	---------

Laborationer

Stämmer inte alls helt	stämmer delvis	stämmer till stor del	stämmer
---------------------------	----------------	-----------------------	---------

Projekt

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Annat sätt jag lär mig bra på (eget svar)

Jag arbetar bäst

Ensam i grupp om två i grupp om tre-fyra i större grupp

Frågor om projektet:

Projektarbete är ett bra sätt att lära sig fysik jämfört med andra metoder.

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag vill arbeta med fler projekt i Fysik B.

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Projektet har gjort mig mer intresserad av fysik?

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Projektet har gjort mig mer positivt inställd till fysik?

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Projektet har gjort det lättare att förstå fysik

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag tycker att ge och ta emot kamratrespons är ett bra sätt att arbeta

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag är helt nöjd med MIN EGEN insats i projektet

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Jag är helt nöjd med GRUPPENS insats i projektet.

Stämmer inte alls stämmer delvis stämmer till stor del stämmer
helt

Vad kunde jag/gruppen ha gjort bättre eller annorlunda i arbetet med projektet? (eget svar)

Hur kan vi göra projekten bättre om vi gör fler? (eget svar)

Bilaga 2

Bedömningsmatris över projektets genomförande avsedd att användas av eleverna i självbedömning och av mig i lärarbedömning.

Högsta nivån:

Gruppen arbetade självständigt, säkert och kreativt.

- 1 Gruppen planerade och genomförde sitt projekt på egen hand.
- 2 Gruppen visade god förståelse för frågan angående innehåll och begränsningar.
- 3 Gruppen konstruerade, motiverade och beskrev detaljerat de skilda leden i sin undersökning.
- 4 Gruppen utförde bra experimentella och teoretiska undersökningar enligt sin forskningsplan, och reviderade den efter behov.
- 5 Gruppen valde och hanterade sin laborativa utrustning på ett skickligt och säkert sätt.
- 6 Gruppen använde lämpliga tekniker för att registrera mätdata och hanterade dessa noggrant och koncist.
- 7 Gruppen identifierade, kvantifierade och diskuterade relevanta felkällor.
- 8 Gruppen diskuterade sina valda metoder och resultat på ett insiktsfullt och självkritiskt sätt och behandlade även alternativ till sina föredragna metoder.
- 9 Gruppen presenterade sina resultat effektivt och lättförståeligt.
- 10 Gruppen visade kreativitet i sin problemlösning och erhöll en fullgod experimentell och teoretisk lösning av problemet.
- 11 Gruppen gav insiktsfull och relevant respons till den andra gruppen.

Mellersta nivån:

Gruppen arbetade ganska självständigt och säkert.

- 1 Gruppen planerade och genomförde sitt projekt mestadels på egen hand.
- 2 Gruppen resonerade om frågan angående innehåll och begränsningar.
- 3 Gruppen konstruerade och beskrev till viss del de skilda leden i sin undersökning.
- 4 Gruppen utförde vissa experimentella och teoretiska undersökningar enligt sin forskningsplan.
- 5 Gruppen hanterade sin laborativa utrustning på ett säkert sätt.
- 6 Gruppen registrerade mätdata och använde dessa i sin lösning av problemet.

- 7 Gruppen behandlade möjliga felkällor.
- 8 Gruppen gjorde någon reflektion över sina val av metod och erhållna resultat.
- 9 Gruppen presenterade sina resultat på ett acceptabelt sätt.
- 10 Gruppen erhöll någon lösning på problemet.
- 11 Gruppen gav användbar respons till den andra gruppen.

Lägsta nivån:

Gruppen arbetade osjälvständigt och osäkert.

- 1 Gruppen planerade inte sitt projekt och behövde hjälp eller uppmaning för att påbörja och genomföra undersökningen.
- 2 Gruppen visade bristande förståelse för frågan, angående innehåll och begränsningar.
- 3 Gruppen beskrev ej de skilda leden i sin undersökning på ett tillfredställande sätt.
- 4 Gruppen utförde inte experimentella och teoretiska undersökningar enligt någon plan.
- 5 Gruppen hanterade inte sin laborativa utrustning på ett säkert sätt.
- 6 Gruppen utförde eller dokumenterade inte några användbara mätningar.
- 7 Gruppen behandlade inte några möjliga felkällor.
- 8 Gruppen diskuterade inte sina metoder eller erhållna resultat.
- 9 Gruppen presenterade sina resultat på ett mindre effektivt och svårförståeligt sätt.
- 10 Gruppen erhöll inte någon lösning på problemet
- 11 Gruppen gav oövertänt och ovidkommande respons till den andra gruppen.